



**Centro Universitário de Brasília  
Instituto CEUB de Pesquisa e Desenvolvimento - ICPD**

**ÉRICO NEIVA TAVARES**

**MONITORAMENTO DO RIO PACAJÁ NO PERÍODO ENTRE ABRIL  
DE 2014 E JANEIRO DE 2015**

Brasília  
2015

**ÉRICO NEIVA TAVARES**

**MONITORAMENTO DO RIO PACAJÁ NO PERÍODO ENTRE ABRIL  
DE 2014 E JANEIRO DE 2015**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de  
Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito  
para obtenção de Certificado de Conclusão de  
Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Análise  
Ambiental e Desenvolvimento Sustentável

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cyrino Oliveira  
Filho

Brasília  
2015

**ÉRICO NEIVA TAVARES**

**RIO PACAJÁ – POLUIÇÃO HÍDRICA NO TRECHO URBANO DE  
PACAJÁ/PA**

Trabalho apresentado ao Centro Universitário de Brasília (UniCEUB/ICPD) como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*. Em Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Cyrino Oliveira Filho

Brasília, 21 de Outubro de 2015.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Carlos Potiara Ramos de Castro

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Tânia Cristina da Silva Cruz

### **AGRADECIMENTO(S)**

Agradeço a equipe do Consórcio Ambiental BR-230/422/PA, pelo excelente trabalho que estamos nos empenhando na gestão ambiental das obras de pavimentação da rodovia, trabalho este que me proporcionou coletar os dados para o presente trabalho.



## RESUMO

O rio Pacajá, localizado no estado do Pará, na região Norte do Brasil é o principal provedor de insumos necessários para a população da cidade de Pacajá, como água para consumo, pesca, recreação e etc. O presente trabalho propôs compreender as condições das águas do rio, no trecho que cruza a cidade de Pacajá/PA, com o objetivo de analisar os parâmetros de qualidade da água do rio segundo as diretrizes da resolução CONAMA 357/2005 e identificar suas principais fontes de poluição. Para tanto, realizou-se 4 campanhas de monitoramento com intervalos de três meses, entre abril de 2014 e janeiro de 2015, em média, respeitando a sazonalidade climática da região. Foram determinadas as concentrações de coliformes termotolerantes, óleos e graxas, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, nitrogênio total, fósforo total, turbidez, temperatura da água, pH e sólidos totais dissolvidos, além de calcular o Índice de Qualidade de Água (IQA) de cada campanha. Discutiu-se o padrão de comportamento de cada parâmetro analisado, onde foi possível concluir que o rio sofre com a poluição urbana difusa, já que a região carece de rede de esgoto, e a mesma se intensifica nos períodos chuvosos pelo carreamento de águas pluviais que correm superficialmente da cidade para o rio. A qualidade da água e o nível de poluição do rio encontrado são prejudiciais à população de toda a cidade, já que além do uso recreativo e o contato primário com as águas, o abastecimento de água da cidade é proveniente do próprio rio, sem nenhum tratamento antes da distribuição para a população. Visando amenizar os efeitos da poluição hídrica à população, são recomendadas algumas ações a serem executadas pelo poder público, desde a recuperação da área de preservação permanente do rio, até a instalação de redes de tratamento de água e esgoto e coleta de águas pluviais.

**Palavras-chave:** Rio Pacajá. Monitoramento da qualidade da água. Poluição urbana. Índice de qualidade da água.

## ABSTRACT

The River “Pacajá” is a river of Pará state in north-central of Brazil and is the main provider of inputs required for the population of the city of Pacajá, as water for consumption, fishing, recreation, etc. This paper has the main objective to provide understanding of waters conditions of the Pacajá river in the stretch that crosses the city of Pacajá/PA, with the purpose of analyzing the parameters of water quality of the river according to the guidelines of the CONAMA resolution 357/2005 and identify the major sources of pollution of the river “Pacajá”. To achieve this result 4 monitoring campaigns were delivered at three-monthly intervals between April 2014 and January 2015, on average, respecting the seasonal climatic of the region. Were determined concentrations of coliform thermotolerant, oils and greases, biochemical oxygen demand, dissolved oxygen, total nitrogen, total phosphorus, turbidity, water temperature, pH, and total solid dissolved. The calculation of the IQA (Water Quality Index) of each campaign was also realized. The standard of behavior of each parameter examined was discussed, and it was possible to conclude that the river suffers with the diffuse urban pollution, since the region lacks of sewage network, and in the rainy periods increased by precipitation being washed that run on the surface of the city to the river. The quality of water and the standard of the pollution of the river are prejudicial to all population of the city. The quality of the water and the level of pollution of the river found are dangerous to the population of the whole city, since in addition to recreational use and with the primary contact with the water, the city's water supply comes from the river itself, without any treatment before distribution to the population. In order to mitigate the effects of water pollution on the population, some actions are recommended to be performed by the Government, since the recovery of permanent preservation area of the River, until the installation of sewer water treatment networks and the collection of the pluvial water.

**Key words:** River Pacajá, Monitoring of quality of water, urban pollution, Water Quality Index

## FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Área de localização no estado do Pará .....	- 24 -
<b>Figura 2</b> - RH Portel-Marajó com destaque para a bacia do rio Pacajá (em amarelo) e para o Rio Pacajá em vermelho .....	- 33 -
<b>Figura 3-</b> Aproximação demonstrando a localização da mancha urbana de Pacajá na bacia e no rio.....	- 34 -
<b>Figura 4-</b> Localização do ponto de coleta e amostragem na mancha urbana de Pacajá.....	- 35 -
<b>Figura 5</b> - Representação esquemática dos fluxos do balanço hídrico indicando as possíveis entradas e saídas de água de um volume de controle. ....	- 32 -
<b>Figura 6</b> - Ficha de caracterização do ponto de amostragem .....	- 41 -
<b>Figura 7</b> - Ficha de monitoramento de parâmetros.....	- 45 -

## FOTOS

<b>Foto 1</b> – GPS GARMIN utilizado para o georreferenciamento dos pontos de amostragem- 40	-
<b>Foto 2</b> - Coleta (seguindo a metodologia do trabalho de coleta) .....	- 42 -
<b>Foto 3</b> – Análises de campo (seguindo a metodologia do trabalho de monitoramento) .....	- 42 -
<b>Foto 4</b> – dispositivo de leitura multiparâmetros HQ30d (HACH) usado para determinação dos parâmetros — OD, Temperatura, pH e Sólidos Totais Dissolvidos.....	- 44 -
<b>Foto 5</b> - Aparelho 2100Q (HACH) usado para determinação dos parâmetros - Turbidez .	- 44 -
<b>Foto 6</b> - Sondas usadas para determinação dos parâmetros no dispositivo de leitura multiparâmetros HQ30d (HACH) .....	- 45 -
<b>Foto 7</b> – Calibração e manutenção das sondas.....	- 45 -
<b>Foto 8</b> – Laboratório VETPLUS – Marabá/PA .....	- 46 -
<b>Foto 9</b> – Amostra de água entubadas para resultados microbiológicos. ....	- 46 -
<b>Foto 10</b> – Conservação das amostras no Laboratório .....	- 46 -
<b>Foto 11</b> – Placas com amostras de água.....	- 46 -
<b>Foto 12</b> – Coleta feita com luva de látex, frascos inertes. ....	- 47 -
<b>Foto 13</b> – Coleta feita com frascos de vidro. ....	- 47 -
<b>Foto 14</b> – Coleta feita com frascos de vidro. ....	- 47 -
<b>Foto 15</b> – Mergulho do frasco para coleta (seguindo a metodologia do trabalho de coleta – 15 a 30 cm de profundidade) .....	- 48 -
<b>Foto 16</b> – Mergulho do frasco para coleta (seguindo a metodologia do trabalho de coleta – 15 a 30 cm de profundidade) .....	- 48 -
<b>Foto 17</b> – Caixa de isopor com as amostras e gelo para sua conservação. ....	- 49 -
<b>Foto 18</b> – Chegada do material no laboratório em Marabá.....	- 49 -
<b>Foto 19</b> – Conferência das amostras no Laboratório. ....	- 49 -
<b>Foto 20</b> - Aglomeração urbana da cidade de Pacajá/PA às margens do rio Pacajá .....	- 54 -
<b>Foto 21</b> – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando o volume alto de suas águas -	- 54 -

<b>Foto 22</b> – População acessando o rio. A população usa o rio para diversos usos.....	- 54 -
<b>Foto 23</b> – Frasco usado para a coleta de amostras para análise de DBO e óleos e graxas..	- 54 -
<b>Foto 24</b> – Rio Pacajá mais a jusante do ponto de monitoramento. Suas margens se apresentam mais preservadas que no ponto de monitoramento.....	- 58 -
<b>Foto 25</b> – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando o volume alto de suas águas	- 58 -
<b>Foto 26</b> – Frascos para coleta de amostras enviadas ao laboratório em Marabá. ....	- 62 -
<b>Foto 27</b> – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando a diminuição do volume de suas águas .....	- 62 -
<b>Foto 28</b> – Vista da margem direita do rio, demonstrando uma grande área com vegetação rasteira e um acesso de terra às margens do rio.....	- 66 -
<b>Foto 29</b> – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando o rio com um alto volume. ..	- 66 -
<b>Foto 30</b> – Ocupação urbana na margem esquerda do rio. ....	- 66 -
<b>Foto 31</b> – Detalhe de ocupação urbana na margem direita do rio.....	- 66 -

## TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Data e horário de coleta das amostras .....	- 23 -
<b>Tabela 2</b> - Pontos de amostragem.....	- 38 -
<b>Tabela 3</b> - Preponderantes das Águas segundo os critérios da Resolução CONAMA nº 20 e nº 357. ....	- 39 -
<b>Tabela 4</b> - Equipamentos e suas descrições técnicas .....	- 42 -
<b>Tabela 5</b> - Parâmetros. ....	- 49 -
<b>Tabela 6</b> - Pesos Relativos para calcular IQA. ....	- 51 -
<b>Tabela 7</b> - Classificação do IQA.....	- 52 -

## GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Balanço Hídrico Climatológico – Tucuruí. ....	- 36 -
--	--------

<b>Gráfico 2</b> - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 1ª campanha...	- 55 -
<b>Gráfico 3</b> - Concentração de Fósforo Total mensurados na 1ª campanha.....	- 55 -
<b>Gráfico 4</b> - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 1ª campanha .....	- 55 -
<b>Gráfico 5</b> - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 1ª campanha.....	- 56 -
<b>Gráfico 6</b> - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 1ª campanha.....	- 56 -
<b>Gráfico 7</b> - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 1ª campanha.....	- 56 -
<b>Gráfico 8</b> – Temperatura da água mensurada na 1ª campanha.....	- 57 -
<b>Gráfico 9</b> - pH mensurado na 1ª campanha .....	- 57 -
<b>Gráfico 10</b> - Concentração de Sólidos Totais mensurados na 1ª campanha.....	- 57 -
<b>Gráfico 11</b> - Concentração de Turbidez mensurados na 1ª campanha .....	- 57 -
<b>Gráfico 12</b> - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 2ª campanha. -	59 -
<b>Gráfico 13</b> - Concentração de Fósforo Total mensurados na 2ª campanha.....	- 59 -
<b>Gráfico 14</b> - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 2ª campanha .....	- 59 -
<b>Gráfico 15</b> - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 2ª campanha.....	- 60 -
<b>Gráfico 16</b> - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 2ª campanha.....	- 60 -
<b>Gráfico 17</b> - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 2ª campanha.....	- 60 -
<b>Gráfico 18</b> – Temperatura da água mensurada na 2ª campanha.....	- 61 -
<b>Gráfico 19</b> - pH mensurado na 2ª campanha .....	- 61 -
<b>Gráfico 20</b> - Concentração de Sólidos Totais mensurados na 2ª campanha.....	- 61 -
<b>Gráfico 21</b> - Concentração de Turbidez mensurados na 2ª campanha .....	- 61 -
<b>Gráfico 22</b> - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 3ª campanha. -	63 -
<b>Gráfico 23</b> - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 3ª campanha .....	- 63 -
<b>Gráfico 24</b> - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 3ª campanha.....	- 64 -
<b>Gráfico 25</b> - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 3ª campanha.....	- 64 -

<b>Gráfico 26</b> - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 3ª campanha .....	- 64 -
<b>Gráfico 27</b> - Concentração de Fósforo Total mensurados na 3ª campanha .....	- 64 -
<b>Gráfico 28</b> – Temperatura da água mensurada na 3ª campanha .....	- 64 -
<b>Gráfico 29</b> - pH mensurado na 3ª campanha .....	- 64 -
<b>Gráfico 30</b> - Concentração de Sólidos Totais mensurada na 3ª campanha.....	- 65 -
<b>Gráfico 31</b> - Concentração de Turbidez mensurada na 3ª campanha .....	- 65 -
<b>Gráfico 32</b> - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 4ª campanha. -	67 -
<b>Gráfico 33</b> - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 4ª campanha .....	- 67 -
<b>Gráfico 34</b> - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 4ª campanha.....	- 68 -
<b>Gráfico 35</b> - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 4ª campanha .....	- 68 -
<b>Gráfico 36</b> - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 4ª campanha .....	- 68 -
<b>Gráfico 37</b> - Concentração de Fósforo Total mensurados na 4ª campanha .....	- 68 -
<b>Gráfico 38</b> – Temperatura da água mensurada na 4ª campanha .....	- 69 -
<b>Gráfico 39</b> - pH mensurado na 4ª campanha .....	- 69 -
<b>Gráfico 40</b> - Concentração de Sólidos Totais mensurada na 4ª campanha.....	- 69 -
<b>Gráfico 41</b> - Concentração de Turbidez mensurada na 4ª campanha .....	- 69 -
<b>Gráfico 42</b> – Temperatura da água mensurada nas 4 campanhas de monitoramento.....	- 70 -
<b>Gráfico 43</b> – Turbidez mensurada nas 4 campanhas de monitoramento .....	- 71 -
<b>Gráfico 44</b> – Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos mensurada nas 4 campanhas de monitoramento.....	- 72 -
<b>Gráfico 45</b> – pH da água mensurado nas 4 campanhas de monitoramento .....	- 73 -
<b>Gráfico 46</b> – Concentração de Fósforo total mensurada nas 4 campanhas de monitoramento ..	74 -
<b>Gráfico 47</b> – Concentração de Nitrogênio Total mensurada nas 4 campanhas de monitoramento.....	- 75 -

<b>Gráfico 48</b> – Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurada nas 4 campanhas de monitoramento.....	- 77 -
<b>Gráfico 49</b> – Concentração de DBO mensurada nas 4 campanhas de monitoramento .....	- 78 -
<b>Gráfico 50</b> – Concentração de Óleos e Graxas mensurada nas 4 campanhas de monitoramento .....	- 79 -
<b>Gráfico 51</b> – Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurada nas 4 campanhas de monitoramento.....	- 80 -
<b>Gráfico 52</b> – Índice de Qualidade da Água do rio Pacajá calculado nas 4 campanhas de monitoramento.....	- 83 -

## QUADROS

<b>Quadro 2</b> - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 1ª campanha.....	- 55 -
<b>Quadro 4</b> - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 2ª campanha.....	- 58 -
<b>Quadro 6</b> - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 3ª campanha.....	- 63 -
<b>Quadro 8</b> - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 4ª campanha.....	- 67 -
<b>Quadro 9</b> – Matriz de cálculo do Índice de Qualidade da Água - IQA.....	- 83 -



## Sumario

1.	INTRODUÇÃO .....	- 1 -
2.	O ESPAÇO URBANO E SUAS PROBLEMÁTICAS .....	- 3 -
2.1.	A problemática do saneamento Básico no Brasil .....	- 5 -
2.2.	As águas naturais superficiais e seus conceitos e padrões de comportamento- 6 -	
2.3.	Conceituação dos parâmetros físicos .....	- 10 -
2.3.1.	Temperatura .....	- 10 -
2.3.2.	Turbidez .....	- 10 -
2.3.3.	Sólidos Totais Dissolvidos.....	- 11 -
2.4.	Conceituação dos parâmetros químicos.....	- 12 -
2.4.1.	Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	- 12 -
2.4.2.	Nitrogênio Total.....	- 13 -
2.4.3.	Fósforo Total.....	- 14 -
2.4.4.	Oxigênio Dissolvido .....	- 15 -
2.4.5.	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	- 17 -
2.4.6.	Óleos e Graxas .....	- 18 -
2.5.	Conceituação dos parâmetros biológicos.....	- 18 -
2.5.1.	Coliformes Termotolerantes .....	- 18 -
2.6.	A poluição hídrica.....	- 19 -
3.	METODOLOGIA .....	- 21 -
3.1.	Caracterização da área. ....	- 23 -

3.1.1.	Caracterização Climática .....	- 25 -
3.1.1.1.	Precipitação Pluviométrica .....	- 25 -
3.1.1.2.	Temperatura .....	- 26 -
3.1.1.3.	Umidade Relativa do ar .....	- 26 -
3.1.1.4.	Evapotranspiração .....	- 26 -
3.1.1.5.	Circulação atmosférica .....	- 27 -
3.1.2.	Geologia.....	- 27 -
3.1.2.1.	O Cráton Amazônico .....	- 27 -
3.1.2.2.	Complexo Xingu.....	- 28 -
3.1.3.	Geomorfologia .....	- 28 -
3.1.3.1.	Compartimentação Geomorfológica.....	- 29 -
3.1.3.2.	Unidade Morfoestrutural.....	- 29 -
3.1.3.3.	Unidades Geomorfológicas.....	- 30 -
3.1.4.	Pedologia .....	- 30 -
3.1.5.	Vegetação.....	- 30 -
3.1.6.	Hidrografia.....	- 31 -
3.1.6.1.	Balanço Hídrico .....	- 32 -
3.1.7.	Histórico de ocupação do município de Pacajá .....	- 37 -
3.2.	Seleção do local de amostragem .....	- 38 -
3.3.	Enquadramento dos corpos hídricos .....	- 38 -
3.4.	Georreferenciamento do local de amostragem .....	- 40 -

3.5.	Caracterização dos pontos de amostragem .....	- 41 -
3.6.	Monitoramento.....	- 41 -
3.7.	Coleta de amostragem para o laboratório .....	- 45 -
3.8.	Análise dos parâmetros .....	- 49 -
3.9.	Elaboração do Índice de Qualidade da Água (IQA) .....	- 50 -
4.	ANÁLISE E DISCUSSÕES .....	- 53 -
4.1.	Caracterização do ponto de amostragem no dia de coleta .....	- 53 -
4.1.1.	1ª campanha .....	- 53 -
4.1.2.	2ª campanha .....	- 57 -
4.1.3.	3ª campanha .....	- 61 -
4.1.4.	4ª campanha .....	- 66 -
4.2.	Padrão de comportamento dos parâmetros analisados .....	- 70 -
4.2.1.	Temperatura .....	- 70 -
4.2.2.	Turbidez .....	- 71 -
4.2.3.	Sólidos Totais Dissolvidos.....	- 72 -
4.2.4.	Potencial Hidrogeniônico – pH.....	- 73 -
4.2.5.	Fósforo Total.....	- 74 -
4.2.6.	Nitrogênio Total.....	- 75 -
4.2.7.	Oxigênio Dissolvido .....	- 77 -
4.2.8.	Demanda Bioquímica de Oxigênio – $DBO^5_{20^\circ}$ .....	- 78 -
4.2.9.	Óleos e Graxas .....	- 79 -

4.2.10.	Coliformes Termotolerantes .....	- 80 -
4.3.	Índice de Qualidade da Água – IQA.....	- 81 -
5.	CONCLUSÕES .....	- 84 -
5.1.	Recomendações para amenizar os efeitos da poluição e melhorar a qualidade da água do rio Pacajá. ....	- 85 -
5.1.1.	Recuperação da área de preservação permanente do Rio Pacajá.....	- 86 -
5.1.2.	Tratamento da água distribuída à população para consumo .....	- 86 -
5.1.3.	Instalar rede coletora e de tratamento de esgoto urbano.....	- 87 -
5.1.4.	Instalar rede de águas pluviais .....	- 87 -
5.1.5.	Coleta, segregação, manejo e destinação final satisfatória do lixo urbano e construção do aterro sanitário municipal.....	- 87 -
5.1.6.	Ações de Educação Ambiental com a população local .....	- 88 -
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	- 89 -
	ANEXOS A – FICHAS DE CAMPO .....	- 93 -
	ANEXOS B – FICHAS DE ANÁLISE DOS PARÂMETROS.....	- 100 -

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo a Política Nacional de recursos hídricos, a água é um bem de domínio público, recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Ainda segundo a PNRH, a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, sempre visando o uso múltiplo das águas (BRASIL,1997).

Como objetivo da PNRH, podemos citar como justificativa para este trabalho assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Uma das diretrizes da PNRH é o enquadramento dos cursos hídricos visando assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Um dos instrumentos para a garantia da qualidade da água é o monitoramento do recurso hídrico para verificar se o uso múltiplo da água pela população está de acordo com os padrões mínimos de uso das águas (BRASIL,1997).

A contaminação dos corpos hídricos advinda de aglomerações urbanas pode ocorrer principalmente devido a três fatores:

- Ocupação não planejada das margens do rio, com deposição *natura* de esgotamento doméstico no rio;
- Deposição inadequada de resíduos sólidos, hidrocarbonetos, aldeídos, assim como outros materiais sólidos tais como borracha de pneus e lonas de freios e aqueles caídos de cargas transportadas, entre outros;
- Acidentes com cargas potencialmente poluentes.

Este trabalho se propõe a compreender como se dá a relação entre homem-natureza na cidade de Pacajá/PA, mas precisamente como se dá a relação entre a população e seu principal rio, que, além de prover a população com água para consumo próprio, prove a mesma com pesca, navegação, lazer e etc.

Neste contexto, os Objetivos do presente trabalho são:

- Analisar a qualidade da água do rio Pacajá, segundo os parâmetros estabelecidos na resolução CONAMA nº 357/2005, no trecho em que cruza a cidade de Pacajá/PA;
- Apontar quais as principais fontes de poluição do Rio no trecho urbano;

A justificativa do presente trabalho é a regularização ambiental da rodovia transamazônica, implantada como medida mitigadora às obras de pavimentação da BR-230/PA, no trecho compreendido entre a divisa dos estados do Tocantins e Pará, às margens do rio Araguaia no km 0,0 e o entroncamento com a BR—163/PA, no município de Rurópolis no km 984. A execução da Gestão Ambiental das obras de pavimentação da rodovia, executada pelo Consórcio Ambiental composto pelas empresas STE Engenharia, ASTEC Engenharia e PROGAIA Engenharia e Meio Ambiente, proporcionou o conhecimento da problemática da região e a oportunidade de se conhecer e monitorar a qualidade de 66 rios do trecho, dentre eles o Rio Pacajá, objeto deste estudo, no âmbito do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água. O Consórcio Ambiental STE/ASTEC/PROGAIA é responsável pela execução dos programas de Gestão Ambiental, Supervisão Ambiental, Monitoramento da Qualidade da Água, Controle de Supressão de Vegetação, Apoio ao Controle de Estradas Secundárias e Ramais, Comunicação Social e Educação Ambiental, conforme o contrato PP- 508-2011, firmando entre o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT e as empresas consorciadas.

## **2. O ESPAÇO URBANO E SUAS PROBLEMÁTICAS**

O conhecimento dos conceitos, definições e teorias relacionadas tanto à ocupação do espaço urbano, quanto ao comportamento físico químico e biológico dos parâmetros analisados neste trabalho.

Com isso, tornam-se importantes como variáveis para a análise das características do sítio urbano e sua ocupação, o clima, drenagem natural, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e a ocupação urbana.

A ocupação do espaço natural pelo homem provoca alterações significativas no meio. Segundo SANTOS (1985), o espaço é o meio onde se dá a relação entre o meio natural e a sociedade, e a relação entre a sociedade e ela mesma, sendo ele construído por nós mesmos no nosso dia-a-dia.

A concentração de população em áreas urbanas, a partir da revolução industrial da Inglaterra no século XIX trouxe uma nova gama de problemas, alguns novos como a poluição de rios e mananciais de água, e alguns exacerbados, como a falta de saneamento básico nas cidades e a proliferação de doenças contagiosas.

Para Rodrigues (1998) o ambiente urbano é “o conjunto de edificações, com suas características construtivas, sua história e sua memória, seus espaços segregados, a infraestrutura e os equipamentos de consumo coletivo”.

Para Correa (1995) o espaço urbano é um produto social, e a sociedade que produz e consome esse espaço.

De acordo com SANTOS (1996), todas as cidades brasileiras exibem problemáticas parecidas, com diferença de grau e intensidade que são seu tamanho, tipo de atividade e região que se encontra, mas os problemas (emprego, habitação, transportes, lazer, água, esgoto, educação, saneamento e saúde) são os mesmos.

Estas problemáticas são principalmente causadas pela falta ou descaso do poder público no planejamento do espaço urbano, seja ele novo, consolidado ou em expansão.

Mota (1999) diz que o crescimento das cidades tem causado um déficit nos serviços públicos, conduzindo a diminuição da qualidade de vida. Diz também que as aglomerações urbanas e seus impactos ambientais negativos são resultados de processos históricos e econômicos como superconcentração de indústrias, inadequada estrutura de posse de terra, técnicas não satisfatórias de agricultura e crescimento da população.

Rodrigues (1998) também diz que a problemática ambiental também representa o ambiente urbano e que esta se torna fundamental na análise da produção sócio espacial.

Desta forma, a problemática sócio espacial é recente como objeto de estudos sistemáticos. A mitigação e o controle de impactos ambientais em ambientes urbanos já consolidados torna-se uma problemática de difícil execução, justamente porque suas ações podem afetar socialmente a população residente.

Mendonça (2004) propõe o S.A.U. – Sistema Ambiental Urbano - para estudar os problemas socioambientais urbanos, onde se deve trabalhar com problemas causados pela interação sociedade natureza, considerando que nem todos os problemas das cidades vêm dessa interação sendo a identificação do problema a primeira etapa desta proposta.

Para Pereira (2001) o homem ocupa e produz o espaço e que os problemas ambientais também decorrem da relação entre os homens e não só da relação homem natureza.

As cidades brasileiras começam a concentrar mais pessoas que nos campos em meados de 1970, acelerando este processo nas décadas seguintes. Com isso, a preocupação com a degradação do ambiente e com a qualidade de vida dos cidadãos aumentou.



## **2.1. A problemática do saneamento Básico no Brasil**

O saneamento básico consiste no conjunto de ações de abastecimento de água tratada, coleta e tratamento de esgotamento sanitário, a drenagem de águas pluviais, a coleta e o tratamento de resíduos sólidos e águas residuais (DANTAS *et. al*, 2012).

De acordo com a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico, (IBGE, 2008), houve uma melhoria significativa do saneamento básico no Brasil, principalmente em relação ao abastecimento de água.

Apesar das melhorias apontadas na pesquisa, as regiões brasileiras ainda apresentam discrepâncias em relação à porcentagem de população atendida e a qualidade dos serviços de saneamento existentes.

Saiani (2007) afirma que ainda há uma discrepância entre as regiões do Brasil no acesso aos serviços essenciais de saneamento básico, tendo a região Sudeste maior proporção de municípios atendidos com coleta e tratamento de esgoto, e a região Norte, com a menor proporção.

Segundo IBGE (2011a), houve aumento na proporção de domicílios com acesso à rede de esgoto que passaram de 33,5%, em 2000, para 45,7%, em 2008. No entanto, apenas na Região Sudeste mais da metade dos domicílios (69,8%) tinham acesso à rede geral. A segunda região em cobertura do serviço foi a Centro-Oeste (33,7%), com resultado próximo ao da Região Sul (30,2%). Seguem-se as Regiões Nordeste (29,1%) e Norte (3,5%).

Os dados demonstram a discrepância dos serviços de saneamento básico entre as regiões do Brasil e o município de Pacajá, no estado do Pará se enquadra na mesma porcentagem de cobertura da região Norte.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2008), o município de Pacajá apresenta 421 unidades abastecidas com água por rede de abastecimento, sendo

destas 399 unidades residenciais. Por meio desta rede, é disponibilizada uma vazão de 160 metros cúbicos/dia para a população, sendo que 100% deste volume não passam por nenhum tipo de tratamento da água.

Cabe ressaltar que o município de Pacajá, conforme IBGE CIDADES (2014) possuía uma população de 43.930, residentes em 10.083 domicílios, o que demonstra uma taxa de 4,17% de domicílios atendidos por rede de abastecimento de água.

O município possui ainda trabalhos de manejo de águas pluviais, apenas com drenagem superficial, de resíduos sólidos, sem nenhuma unidade de disposição, tratamento ou depósito adequado e não possui rede coletora de esgoto, muito menos qualquer tipo de tratamento deste esgoto, sendo este despejado *in natura* nas águas do Rio Pacajá.

## **2.2. As águas naturais superficiais e seus conceitos e padrões de comportamento**

Segundo IGAM (2008), fisicamente, a água é um líquido transparente, incolor, inodoro e sem sabor, com um matiz azulado quando visto em grande massa. Quimicamente, é um composto formado de duas partículas de hidrogênio e uma de oxigênio.

Afirma também que águas superficiais são as águas que escoam ou acumulam na superfície do solo, como os rios, riachos, lagos e lagoas. As águas escoam para a superfície por meio de nascentes e traçam um curso sempre em direção ao oceano.

Segundo a resolução CONAMA 357/2005, águas doces são consideradas como águas com uma salinidade igual ou inferior a 0,5%.

IBGE (2010a) apresenta a conceituação e diferença entre rios, riachos, igarapés, ribeirões, córregos, lagos e lagoas. Para o presente trabalho, apresento os conceitos de rio e igarapé, corpos hídricos presentes na região de estudo:

- Rio é uma corrente líquida resultante da concentração do lençol de água num vale. Um curso de água pode, em toda sua extensão, ser dividido em três partes: 1– curso superior; 2– curso médio; e 3– curso inferior;
- Igarapé é um canal natural estreito e navegável por pequenas embarcações, que se forma entre duas ilhas fluviais ou entre uma ilha fluvial e a terra firme.

Um conjunto de corpos hídricos delimitados pelo divisor topográfico de águas do terreno natural formam unidades hidrográficas, que em conjunto formam sub bacias hidrográficas e por fim as grandes bacias hidrográficas.

Tanto os cursos hídricos quanto as bacias hidrográficas forma classificadas por Christofolletti (1980), em função do escoamento global e do padrão de drenagem das bacias e em função da gênese dos rios que as compõem.

Quanto a seu escoamento global as bacias hidrográficas são classificadas como exorréica, endorréica, criptorréica e arréica.

- Bacias exorréicas são aquelas em que as águas de suas dreanagens escoam de modo contínuo até os mares ou oceanos, desembocando diretamente no ambiente marinho.
- Bacias endorréicas são aquelas em que as drenagens são internas e não possuem escoamento até o mar, desembocado em lagos ou dissipando-se nas areias do deserto, ou perdendo-se nas depressões cársticas.
- Bacias criptorréicas são bacias subterrâneas, onde as drenagens acaba por surgir em fontes ou se integram em rios subterrâneos.
- Bacias arréicas não possuem estruturação em bacias hidrográficas, típica de região desértica, onde o movimento constante das dunas elimina os padrões de drenagens.

Quanto a gênese dos rios Christofolletti os classifica como consequentes, subsequentes, obsequentes, ressequentes e inssequentes.

- Rios consequentes apresentam curso determinado pela declividade da superfície terrestre.
- Rios subsequentes são encaixados em zonas de fraqueza ou falhamentos, controlados pela estrutura rochosa do terreno.
- Rios obsequentes correm em sentido inverso ao sentido original dos rios consequentes, geralmente descendo de escarpas até um rio subsequente.
- Rios ressequentes nascem em níveis mais baixos, geralmente em reversos de escarpas e correm na mesma direção dos rios consequentes até encontrar um rio subsequente.
- Rios inssequentes não são controlados pela estrutura geológica, não apresentando nenhum padrão de orientação, comuns em áreas planas e de mesma composição litológica.

Analisando os padrões de drenagens das bacias hidrográficas, Christofolletti as classificou como dendríticas, em treliça, retangular, paralela, anelar, radial e desarranjadas.

- Bacias com drenagens dendríticas se assemelham a árvores quando observada sua distribuição espacial.
- Bacias com drenagens em treliça apresentam um ângulo reto (90°) na confluência dos corpos hídricos, ou seja, a foz de um rio é perpendicular ao corpo principal receptor.
- Bacias com drenagens retangular apresentam um desenho espacial mais retangular, influenciadas por movimentos orogênicos em eras geológicas

passadas que formaram falhas ou fissuras nas rochas provocadas pelos movimentos de tensão, torção ou compressão (diaclasses).

- Bacias com drenagens paralelas são aquelas em que suas drenagens escoam paralelamente umas as outras.
- Bacias com drenagem anelar são típicas de áreas dômicas entalhadas, com os rios principais apresentando um padrão circular e seus tributários em ângulos retos.
- Bacias com drenagens radiais apresentam seus rios dispostos como um raio de uma roda, geralmente escoando do ponto central para fora da bacia. Podem apresentar também um fluxo de escoamento contrário, com as águas correndo para o centro da bacia e neste caso são subclassificadas como centrípetas (Summerfield, 1991).
- Bacias desarranjadas foram, em algum momento, desorganizadas por algum bloqueio ou erosões.

Summerfield (1991), em trabalho posterior de análise sobre a geomorfologia global, associou a classificação dos padrões de drenagens das bacias com seu controle estrutural, apresentando uma visão resumida e clara da relação entre o controle estrutural e o padrão de drenagens.

- As dendríticas apresentam sedimentos horizontais ou rochas cristalinas homogêneas, sem controle estrutural em rochas mais resistentes.
- As em treliças possuem controle estrutural associado a rochas inclinadas ou dobradas de diferentes resistências
- As retangulares possuem controle estrutural associado a juntas ou falhas geológicas.
- As paralelas são controladas por falhas espaçadas, monoclinais ou dobras.

- As anelares por domos erodidos em rochas de resistências diferentes;
- As centrípetas por crateras e bacias tectônicas
- As radiais são controladas por cones vulcânicos ou domos não erodidos.

## **2.3. Conceituação dos parâmetros físicos**

### **2.3.1. Temperatura**

Temperatura é a grandeza que caracteriza o estado térmico de um corpo ou sistema, ou seja, é a medida da intensidade de calor. A temperatura é uma medida da agitação das partículas que compõe um certo material. A temperatura pode ser medida em Graus Celsius, Farenheit e Kelvin. No Brasil, é adotada a medida de Celsius.

Em estudos de monitoramento de qualidade da água, a temperatura da água é um parâmetro importante, pois influi em algumas propriedades da água (densidade, viscosidade, oxigênio dissolvido), com reflexos sobre a vida aquática. A temperatura pode variar em função da energia solar e de fontes antrópicas como despejos industriais.

### **2.3.2. Turbidez**

Segundo CETESB (2009), turbidez apresenta o potencial de incidência da luz através da água ou transparência da água. Quanto maior a turbidez, menor será a penetração de luz. Um corpo hídrico pode apresentar elevada turbidez pela presença de materiais sólidos em suspensão originado do carreamento destes para o corpo hídrico.

Estes materiais podem ser tanto de origem orgânica tanto de origem mineral, existentes naturalmente no ambiente ou adicionado ao mesmo por ações antrópicas.

VON SPERLING (2007) indica que a presença de algas, plâncton, matéria orgânica, e outras substâncias como o ferro, zinco, manganês, e areia, provenientes de

processos de erosão do solo e emissão de esgoto doméstico e industrial contribuem para aumentar a turbidez da água.

A alta turbidez em águas naturais reduz a fotossíntese da vegetação submersa e das algas presentes. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes, logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de um corpo hídrico.

### 2.3.3. Sólidos Totais Dissolvidos

Segundo CETESB (2009), sólidos nas águas correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos empregados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão).

Sólidos dissolvidos totais é o conjunto de substâncias solúveis em água encontradas nas águas em partículas milimétricas, podendo ser separados por filtração ou decantação (CETESB, 2009).

Desta forma, todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para o dimensionamento da carga de sólidos presentes nos corpos d'água.

A presença de sólidos totais dissolvidos na água pode ocasionar diversas interações químicas e físicas com o ambiente, causando o desequilíbrio do ambiente.

Segundo CETESB (2009), quando presentes em elevadas concentrações, podem ser prejudiciais aos peixes e à vida aquática, já que podem se sedimentar no leito dos rios retendo bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios.

## **2.4. Conceituação dos parâmetros químicos**

### **2.4.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)**

O Potencial Hidrogeniônico (pH) é uma escala logarítmica que mede o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de um ambiente (Sørensen, 1909).

Variando de 7 a 14, a água se encontra ácida quando o pH inferior a 7, neutra, quando igual a 7 ou alcalina quando maior do que 7. O pH da água depende de sua origem e características naturais do terreno (geologia e pedologia), mas pode ser alterado pela introdução de resíduos.

Segundo CONAMA (2005), a faixa recomendável de pH está entre 6 e 9.

Cabe ressaltar que a maioria dos sistemas aquáticos possui pH variando de 6 a 9, mas podem-se encontrar ambientes mais ácidos ou mais alcalinos, conforme afirmado por WETZEL, (1983).

Já ESTEVES (1998) afirma que os valores baixos de pH são encontrados em ambientes aquáticos que possuem elevadas concentrações de ácidos orgânicos dissolvidos. Já os ambientes aquáticos que apresentam valores elevados de pH são encontrados em regiões no qual a precipitação é menor que a evaporação e também em regiões no qual o solo é rico em cálcio.

O potencial hidrogeniônico de um rio pode ser influenciado por vários fatores, sejam eles naturais ou antrópicos. Os principais fatores que influenciam os valores de pH são



sólidos e gases dissolvidos originados da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera e oxidação da matéria orgânica (ESTEVES, 1998; VON SPERLING, 2007).

Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo.

Segundo ESTEVES (1998), durante o período de estiagem, os sistemas aquáticos, principalmente os açudes, têm pH superior. O bicarbonato, que é o principal responsável pela elevação do pH, estaria mais concentrado devido ao menor volume desses corpos d'água e o menor aporte de matéria orgânica para esses ambientes.

Devido ao excesso de ácidos em solução, alguns rios apresentam água de coloração escura típica de águas pretas na região amazônica. Esse comportamento é conhecido como discordante da faixa de valores de pH de 6,00 a 9,00 apresentada na Resolução CONAMA 357/05, pois corresponde as características ambientais naturais dos corpos hídricos amazônicos (CUNHA & PASCOALOTO, 2006).

Apesar de a região amazônica apresentar esta particularidade em relação ao pH, o rio objeto deste estudo não apresenta esta característica.

#### 2.4.2. Nitrogênio Total

O nitrogênio é um dos principais indicadores de matéria orgânica, muitas vezes provenientes de esgotamento doméstico, em águas superficiais.

Segundo CETESB (2009), o nitrogênio em corpo hídrico pode ocorrer em várias formas: nitrogênio molecular  $N_2$ , emitido para a atmosfera; nitrogênio orgânico (dissolvidos ou em suspensão); amônia (livre  $NH_3$  e ionizada  $NH_4^+$ ); nitrito ( $NO_2^-$ ) e nitrato ( $NO_3^-$ ).

Estas formas podem fornecer informações sobre o estágio de poluição do ambiente, pois poluição recente está associada ao nitrogênio na forma orgânica ou de amônia, enquanto que uma poluição mais remota está associada ao nitrogênio na forma de nitrato.

A toxicidade da concentração de nitrogênio em águas superficiais está diretamente ligada com a temperatura da água e seu pH.

Quando o pH do meio aquoso é menor que 8,0 o nitrogênio predomina na forma livre como íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Em pH próximo de 9,5, cerca de 50% da amônia está na forma  $\text{NH}_3$  e 50% na forma ionizada  $\text{NH}_4^+$ . Em pH 11, toda a amônia encontra-se na forma molecular  $\text{NH}_3$ .

A relação entre o nitrogênio amoniacal total presente na água e demais parâmetros ocasiona uma transformação química, alterando a composição química dos íons de nitrogênio.

Na presença de oxigênio dissolvido, o nitrogênio amoniacal se transforma em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), e posteriormente em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) em processo conhecido como nitrificação. Uma consequência desse processo é a proliferação de algas, que tem o nitrogênio como um dos principais nutrientes para o seu crescimento, promovendo, assim, a eutrofização do corpo hídrico (Cunha & Pascoaloto, 2006).

#### 2.4.3. Fósforo Total

A disponibilidade do fósforo na água depende da interação entre os sedimentos e a água. Segundo CETESB (2009), o fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários.

A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala constituem a principal fonte antrópica de descarga de fósforo na água. O fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos, favorecendo a multiplicação

das algas, o processo de eutrofização e consequente a diminuição da quantidade de oxigênio na água.

Além da descarga de esgotamento sanitário *in natura* nos corpos hídricos, a presença de fósforo pode ser causada por interações entre suas imediações e o rio.

Segundo PELLEGRINI (2005), as concentrações de fósforo podem ser uma resultante da interação entre a água das chuvas e o teor de fósforo na camada superficial do solo. Essa por sua vez, depende da riqueza natural dos solos e das adições de fontes de fosfatos, sejam elas, orgânicas ou químicas.

O transporte de sedimento pelos cursos d'água ocorre de maneira complexa e sua eficiência está relacionada com a velocidade da corrente.

A dinâmica do fósforo em rios e riachos pode ser diferente da que ocorre em lagos e reservatórios. Uma das diferenças principais está relacionada ao fósforo armazenado nos sedimentos depositados no leito dos recursos hídricos. Nos reservatórios a liberação do fósforo é facilitada pelas condições de oxi-redução, e da atividade dos organismos bentônicos na interface água-sedimento (PELLEGRINI, 2005).

O rio objeto deste trabalho apresenta corrente em velocidade razoável, típica de um ambiente lótico, aumentada em alguns trechos com afloramentos rochosos em seu leito, desta forma.

O CONAMA (2005) estipula concentrações máximas de 0,1 mg/L em corpos hídricos lóticos de classe II, caso do rio objeto do estudo.

#### 2.4.4. Oxigênio Dissolvido

A presença de oxigênio dissolvido na água é vital para o equilíbrio do ecossistema aquático. A água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação

depende, além dos fatores orgânicos, depende da temperatura da água e da pressão atmosférica. Quanto maior a pressão, maior a dissolução, e quanto maior a temperatura, menor a dissolução de oxigênio (O<sub>2</sub>) (BAIRD, 2002).

Alguns fatores podem servir como catalisadores de oxigênio dissolvido em águas naturais. CETESB (2009) afirma que uma fonte de oxigenação da água é a reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície. Isto depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade, sendo que a taxa de reaeração superficial em uma cascata é maior do que a de um rio de velocidade normal, que por sua vez apresenta taxa superior à de uma represa, com a velocidade normalmente mais baixa.

Afirma ainda que os níveis de oxigênio dissolvido também indicam a capacidade de um corpo d'água natural para manter a vida aquática. A concentração do oxigênio nas águas é função da relação entre a produção e utilização desse elemento.

A determinação do oxigênio dissolvido é de fundamental importância para avaliar as condições naturais da água e detectar impactos ambientais como eutrofização e poluição orgânica.

Concentrações baixas de oxigênio podem indicar poluição orgânica proveniente de fontes externas, ou a estagnação de um corpo d'água. Dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios. A solubilidade de OD varia com a altitude e a temperatura.

ESTEVES (1998) cita que em lagos tropicais, onde ocorrem elevadas temperaturas, existem menores concentrações de OD do que em lagos de ambientes temperados.

Diretamente relacionado à DBO, o nível de Oxigênio Dissolvido diminui quando a DBO apresenta-se alta.

#### 2.4.5. Demanda Bioquímica de Oxigênio

Demanda Bioquímica de Oxigênio é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias e é um dos principais indicadores de condição de eutrofização de um ambiente aquático.

LATUF (2004) afirma que a DBO é o parâmetro fundamental para o controle da poluição das águas por matéria orgânica.

BARCELOS e PEREIRA (2009) afirmam que os maiores aumentos em termos de DBO, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis.

As concentrações de OD e da DBO são os principais parâmetros de caracterização dos efeitos de poluição pela presença de matéria orgânica, geralmente proveniente de esgoto sanitário, e apresentam o consumo de OD por microrganismos durante a decomposição de matéria orgânica.

As concentrações de OD estão diretamente relacionadas com a DBO, que é uma forma indireta de determinar o teor de matéria orgânica em corpo hídrico. A DBO indica ambientes contaminados com esgoto sanitário, verificada pelo potencial do consumo de OD por microrganismos que trabalham na degradação dessa matéria orgânica.

#### 2.4.6. Óleos e Graxas

Segundo CETESB (2009), os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontradas em águas naturais, quando presentes, são oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas.

LINS (2010), afirma que a presença de óleos e graxas no ambiente aquático tem sua importância por interferir em processos como a evapotranspiração, incidência luminosa, e pela contaminação do corpo hídrico por micro poluentes, principalmente orgânicos, presentes na composição do produto despejado. Muitos compostos são resistentes à degradação biológica e estão associados a problemas de toxicidade.

A presença de óleos e graxas diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo dessa forma, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Em processo de decomposição a presença dessas substâncias reduz o oxigênio dissolvido elevando a DBO, causando alteração no ecossistema aquático.

### **2.5. Conceituação dos parâmetros biológicos**

#### 2.5.1. Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes, também chamados de coliformes fecais, são bactérias predominantemente humanas e também de procedência animal, indicando diretamente as condições de saneamento básico de cada área estudada (BETTEGA et al, 2006).

As bactérias termotolerantes ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas, mas

sua presença em grandes números indica a possibilidade da existência de micro-organismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: disenteria bacilar, febre tifoide, cólera). (ANA – Agência Nacional das Águas).

Esse parâmetro tem grande relevância sobre a qualidade biológica da água, pela possibilidade de transmissão de doenças. Podem existir vários tipos de microrganismos em um ambiente aquático, e alguns deles são organismos patogênicos capazes de causar doenças no homem e animais. Os principais grupos de organismos dessa categoria são as bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

## **2.6. A poluição hídrica**

A poluição da água se define como a alteração de sua qualidade natural pela ação do homem, que faz com que seja parcial ou totalmente imprópria para o uso a que se destina. Entende-se por qualidade natural da água o conjunto de características físicas, químicas e bacteriológicas que apresenta a água em seu estado natural nos rios, lagos, mananciais, no subsolo ou no mar (CONEZA, 1997 apud ROCHA, 2011, apud NETO, 2014).

De um modo geral, a poluição das águas pode ocorrer principalmente por esgotos sanitários, lixiviação e percolação de fertilizantes e pesticidas, precipitação de efluentes atmosféricos e inadequada disposição dos resíduos sólidos (STUDART & CAMPOS, 2003, apud FARIAS, 2006).

As diversidades de poluentes lançados nos corpos d'água podem ser agrupadas em duas grandes classes: pontual e difusa. Os resíduos domésticos e industriais constituem o grupo das fontes pontuais por se restringirem a um simples ponto de lançamento, o que facilita o sistema de coleta através de rede ou canais (MEYBECK, 2004 apud FARIAS, 2006).

Em geral, a fonte de poluição pontual pode ser reduzida ou eliminada através de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor, embora muitas vezes estes resíduos sem tratamento são lançados diretamente nos corpos de água, causando sérios impactos as biotas, aos recursos hídricos, ao homem e demais componentes do sistema. Estas fontes pontuais de poluição têm limites determinados por leis ambientais, valores limites para descarga de efluentes nos recursos hídricos (BRITO, 2003, apud FARIAS, 2006).

As fontes difusas são um conjunto de fontes pontuais. Podem ser consideradas as principais fontes de poluição, caracterizam-se por apresentarem múltiplos pontos de descarga resultantes do escoamento em áreas urbanas e ou agrícolas e ocorrem durante os períodos de chuva, atingindo concentrações bastante elevadas dos poluentes. A origem da poluição difusa é bastante diversificada, podendo vir do desgaste das ruas pelos veículos, lixo acumulado nas ruas e calçadas, atividades de construção civil, fazendas, frigoríficos, esgotos domésticos e ou industriais, resíduos de combustíveis e óleos e graxos deixadas por veículos (FARIAS, 2006)



### 3. METODOLOGIA

A execução do monitoramento do rio Pacajá proporciona informações acerca da qualidade da água, permitindo conhecer, não só a qualidade da água, segundo os parâmetros que estão sendo analisados e monitorados, como também servindo de importante indicador de suas eventuais alterações, por possíveis fontes de poluição, informações importantes de serem conhecidas para um posterior planejamento do uso do rio e suas águas de forma que garanta um ambiente equilibrado tanto para o uso presente quanto para o uso futuro.

Para tanto, foram realizadas 4 campanhas de campo para coleta de amostras e monitoramento dos parâmetros analisados. Essas campanhas foram realizadas trimestralmente ao longo de um ano. O intervalo e a quantidade de campanhas foi definido levando em consideração na análise a sazonalidade climática da região.

Neste estudo buscou-se realizar a coleta de amostras para as análises dos seguintes parâmetros:

- Coliformes Termotolerantes;
- Nitrogênio;
- pH;
- Óleos e Graxas;
- Sólidos Totais;
- Turbidez;
- DBO 5 dias a 20°C;
- OD;
- Fósforo total;

- Temperatura da amostra.

O presente trabalho foi estruturado em 4 capítulos:

O primeiro capítulo apresenta um estudo bibliográfico, com intuito de se coletar o máximo de referência teórica necessária para se atingir os objetivos estipulados. Para tanto, foram apresentadas conceituações acerca do espaço urbano e suas problemáticas, a problemática do saneamento básico no Brasil, as conceituações das águas naturais superficiais, a conceituação dos parâmetros físicos analisados e sobre poluição hídrica.

O segundo capítulo apresenta a metodologia empregada neste trabalho, desde a caracterização da área até o processo metodológico de coleta de amostras monitoramento dos parâmetros escolhidos, metodologia de análise dos resultados apresentados e elaboração do Índice de Qualidade de água.

O terceiro capítulo apresenta a análise dos resultados encontrados e as discussões desses resultados. Os resultados foram discutidos relacionando com a caracterização da área de estudo no dia de realização do trabalho, discutindo os resultados primeiramente campanha por campanha e após discutindo o padrão de comportamento de cada parâmetro analisado, relacionando os resultados das 4 campanhas. Após essa discussão, apresentamos a matriz de cálculo do IQA e seus resultados.

O último capítulo do presente trabalho apresenta as conclusões que chegamos após as análises dos dados, apresentando as prováveis fontes de poluição do rio na área de estudo e recomendações para que erradique/ou diminua os vetores de poluição encontrados, conseqüentemente melhorando a qualidade da água e a vida da população que depende da mesma para viver na região.

Para presente trabalho, foram executadas 4 campanhas de monitoramento, em um período de um ano. Para avaliar a sazonalidade do regime hídrico e climático do local, foram

realizadas duas campanhas no período seco e duas campanhas no período chuvoso, com intervalo de 3 meses entre cada campanha, conforme tabela abaixo.

**Tabela 1** - Data e horário de coleta das amostras

Campanha	Condição climática	Data	Hora
1	Chuvoso	10/04/2104	14:15
2	Seco	27/07/2014	18:00
3	Seco	20/10/2014	14:10
4	Chuvoso	21/01/2015	17:05

**Elaboração:** Érico Tavares

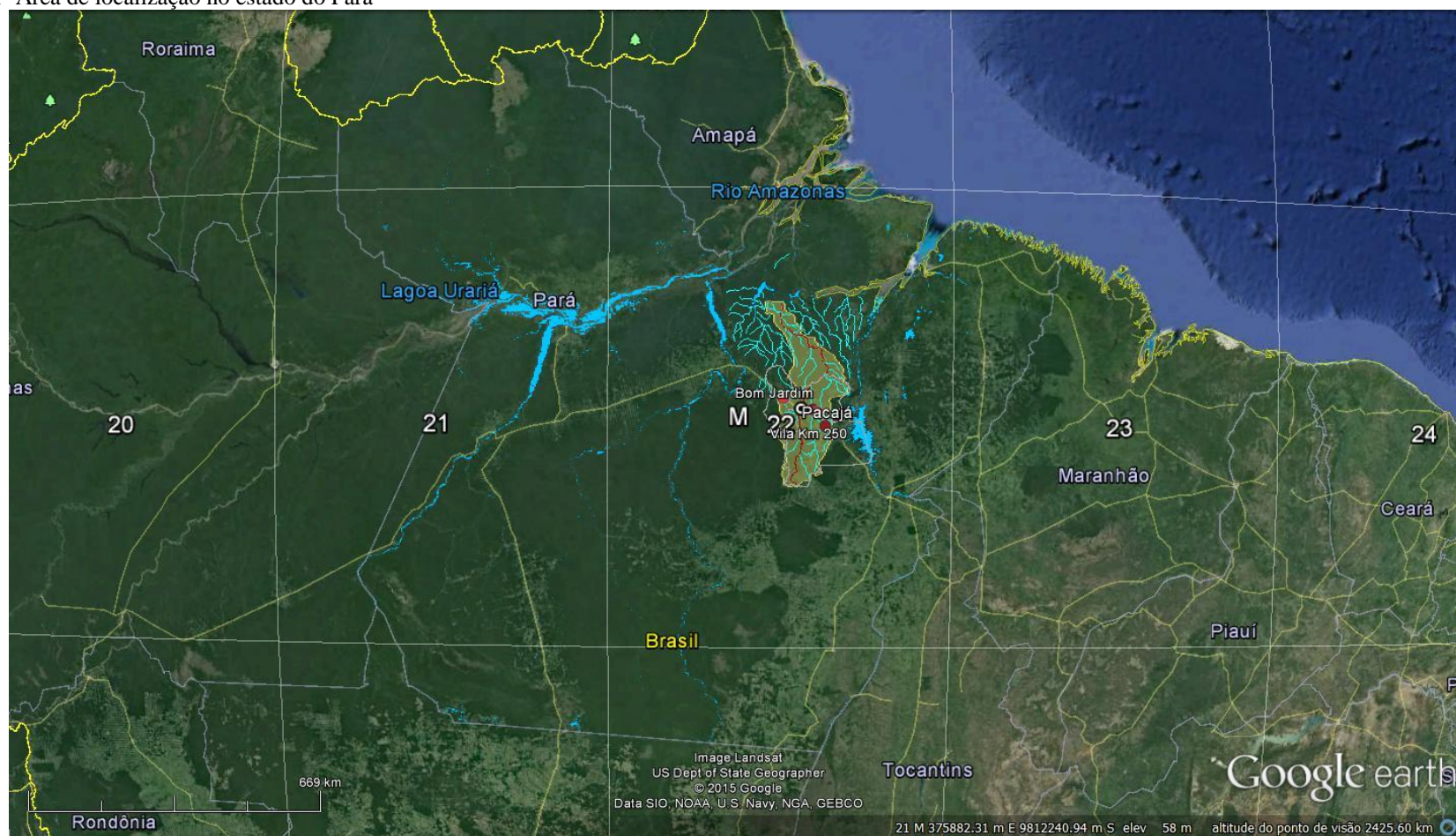
### **3.1. Caracterização da área.**

A área de pesquisa escolhida para o presente trabalho foi o Rio Pacajá e o local de coleta foi escolhido dentro da área urbana do município, a 100 metros a montante da ponte da BR-230/PA que cruza o rio.

O intuito de se escolher um ponto antes da ponte é para evitar a influência da transposição do rio nos resultados, já que este não é o objetivo do trabalho.

A seguir, apresento a caracterização dos aspectos físicos e socioeconômicos da área de estudo.

**Figura 1-** Área de localização no estado do Pará



### 3.1.1. Caracterização Climática

Em termos gerais, o clima de uma região é determinado pela latitude e longitude, topografia, continentalidade, dentre outros e, também, pela influência das diferentes massas de ar que atuam nesta mesma região. A Região de Pacajá está sujeita principalmente à ação dos seguintes sistemas de circulação atmosférica:

- Sistema de nordeste e leste, dos anticiclones subtropicais do Atlântico Sul ou dos Açores, acompanhados de tempo estável;
- Sistema de oeste, da massa Equatorial continental (mEc), representado por linhas de instabilidade tropical (IT),
- Sistema de norte, da Convergência Intertropical (CIT).

Os dois últimos sistemas de circulação atmosférica, responsáveis pelas instabilidades e chuvas, são dominantes, determinando índices pluviométricos elevados.

Segundo a metodologia de Köeppen, o clima local é classificado observando-se a precipitação do mês menos chuvoso e do total anual.

A região de estudo, de acordo com a classificação climática de Köeppen, apresenta o seguinte tipo climático:

- Tipo Am - definido por uma estação relativamente seca, porém com total pluviométrico anual elevado, abrangendo grande parte dos Estados do Amapá, Rondônia e sul de Roraima, Pará, Acre e parte do Estado do Amazonas.

#### 3.1.1.1. *Precipitação Pluviométrica*

Em geral, a época chuvosa, ocorre a partir de dezembro ou janeiro e tem a duração de cinco ou seis meses (meses de verão e outono), sendo o mês mais chuvoso, março ou abril. A intensidade e a frequência das chuvas, nesta época, varia espacialmente em decorrência da

maior atuação das massas de ar (Zona Intertropical de Convergência, no seu encaminhamento norte e sul e Massa Equatorial Continental, na parte central), dotadas de grande umidade e instabilidade, e responsáveis pela ocorrência das chuvas.

A precipitação climática é mais frequente entre os meses de fevereiro a abril, chegando a coletar 350 mm no mês de abril e entre os meses de agosto a outubro, período mais seco, este valor cai para 70 mm no mês de outubro (IDESP, 2012).

#### *3.1.1.2. Temperatura*

Quanto ao regime térmico, o clima é quente, com temperatura média anual variando de 24°C a 26°C. Nos meses mais quentes (julho a agosto), já foram registradas temperaturas máximas de 40 °C.

Os registros de insolação mostram que região recebe, em média, entre 1.500 a 3.000 horas anuais de radiação solar direta, o que corresponde a cerca de 35,0% a 60,0% do total de horas de insolação que poderiam ocorrer na região, revelando, assim, um grau de nebulosidade bastante elevado.

#### *3.1.1.3. Umidade Relativa do ar*

A umidade relativa apresenta média de 65%. Observa-se, porém, que a umidade relativa, em ambos os casos, guarda estreita relação com o regime pluviométrico, ou seja, é sempre mais elevada na época chuvosa.

#### *3.1.1.4. Evapotranspiração*

A evapotranspiração média anual praticamente se equivale à precipitação média anual, indicando a possibilidade de déficit de umidade no solo, em determinadas épocas.

Este aspecto deve ser avaliado considerando que a maior parte dos excedentes de chuva ocorre em um período de 5 a 8 meses, havendo saldo negativo nos meses restantes, que

acarreta um período sazonal de déficit de água nos solos, embora estas deficiências sejam pequenas a moderadas.

#### 3.1.1.5. *Circulação atmosférica*

A região sofre influência dos ventos de leste a nordeste, do *anticiclone tropical semi-fixo do Atlântico Sul* e do *anticiclone tropical semi-fixo dos Açores*, quando predominam condições de tempo estável. Tais correntes de perturbação, comuns em todo o ano, são mais freqüentes no verão, gerando ventos de direção leste e sudeste.

#### 3.1.2. Geologia

Segundo informações apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental para as obras de pavimentação da BR-230/PA, A área de estudo, encontra-se geologicamente inserida na unidade litoestrutural Escudo Brasil Central ou Guaporé. O embasamento do Escudo Brasil Central acha-se essencialmente estruturado sobre rochas metamórficas de fácies anfibolito a granulito e granitóides de idade Arqueana, bordejado a leste por unidades proterozóicas representadas pela Faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia.

O Escudo Brasil Central ou Guaporé estende-se pelo interior do Brasil, limitado ao norte pela Bacia Fanerozóica do Amazonas. A área de estudo se encontra no cráton amazônico, na unidade Complexo Xingu (AT(x)).

##### 3.1.2.1. *O Cráton Amazônico*

O Cráton Amazônico cobre no Brasil a região Amazônica e parte dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Os extensos afloramentos do embasamento deste cráton foram divididos nos Escudos das Guianas e Brasil Central, delimitados pela Bacia do Amazonas.

O limite oriental deste cráton constitui uma feição estrutural bem marcante que acompanha a orientação da faixa de dobramentos Paraguai-Araguaia, de idade Proterozóica. Os limites ocidentais desta área cratônica encontram-se ocultos por coberturas cenozóicas.

#### 3.1.2.2. *Complexo Xingu*

As unidades que compõem o embasamento do Cráton Amazônico na área estudada no Escudo Brasil Central, recebem denominação local de Complexo Xingu, e afloram na área de estudo. Este complexo é essencialmente constituído de rochas e estruturas arqueanas retrabalhadas no Ciclo Transamazônico e localmente pelos eventos Uatumã, Parguazense e Rondoniense. Mostra, de forma generalizada, associações litológicas dobradas e metamorfizadas no fácies granulito e anfibolito, além de ocorrência de granitóides (Formações Parauari, Juruena, Jamanxim e Mangabal) Os representantes litológicos mais comuns são gnaisses, migmatitos, granodioritos, gabros, dioritos, rochas ultrabásicas e rochas miloníticas.

#### 3.1.3. Geomorfologia

Segundo informações apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental para as obras de pavimentação da BR-230/PA, no município de Pacajá, predominam relevos suaves, dissecados em colinas e interflúvios tabulares, sustentados por litologias sedimentares de constituição arenosa e argilosa, susceptíveis à ocorrência de processos erosivos, principalmente quando recobertas por solos com altos valores do índice de erodibilidade, e portanto os terrenos nesta região encontram-se mais sujeitos aos processos de erosão linear e laminar.

A alteração na geometria das encostas nesta forma de relevo, em decorrência da realização de cortes, e a retirada da cobertura vegetal, favorecem a desestabilização do relevo nesta região.



### *3.1.3.1. Compartimentação Geomorfológica*

Os processos endógenos (tectônica, vulcanismo) juntamente com os exógenos (intemperismo) geram o relevo terrestre. Os processos endógenos são responsáveis pela constituição das morfoestruturas, sobre as quais o relevo é modelado pela ação intempérica, resultando nas morfo-esculturas.

Na geomorfologia regional da área estudada é identificado o conjuntos morfoestrutural Cráton Amazônico (embasamento arqueano).

### *3.1.3.2. Unidade Morfoestrutural*

A unidade predominante na área estudada de influência indireta do empreendimento é a Depressão Periférica do Sul do Pará, que tem sua origem vinculada aos processos erosivos de larga atuação na borda meridional da Bacia Amazônica. No seu interior, os modelados correspondem às formas de relevo suavemente convexizados, com altitudes na ordem de 100 a 400 metros.

A Depressão Periférica do Sul do Pará, na área estudada, apresenta altitudes na ordem de 100 a 200 metros, onde predominam formas dissecadas de topo convexo em extensos pediplanos pontilhados por relevos residuais (inselbergs). Os inselbergs, formados por exposição de rochas graníticas e gnáissico-migmatíticas presentes no interior dessa unidade, estão em pleno remodelamento, devido ao ciclo úmido iniciado no Holoceno.

Quase toda a área é marcada por processos de pediplanização, sendo um indicativo de um período climático mais seco que o atual. Nessa condição predomina o intemperismo físico ao químico, gerando assim os pedimentos que são encontrados ainda no presente, só que remodelados sob clima mais úmido. Agora, em condição mais úmida, mas com uma estação seca, é possível a formação de concreções lateríticas.

### 3.1.3.3. *Unidades Geomorfológicas*

Na planície fluvial do rio Pacajá, são encontradas formas de acumulação que correspondem a diferentes níveis de terraços fluviais preenchidos por sedimentos fluviais e lacustres holocênicos de naturezas diversas. Estão sujeitos a inundações periódicas, que entulham os vales de fundo chato escavados pelos cursos d'água.

### 3.1.4. Pedologia

Os solos predominantes no Município de Pacajá estão em associações nas seguintes classes de solos: Podzólico Vermelho-Amarelo, textura argilosa; Podzólico Vermelho-Amarelo Plíntico, textura argilosa; Latossolo-Amarelo distrófico, textura argilosa, relevo suave ondulado e ondulado; Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa; e Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, relevo ondulado e forte ondulado (IDESP, 2012). No Rio Aratau apresenta em uma região de solo podzólico vermelho-amarelo de textura mais argilosa

Esta classe compreende solos minerais não-hidromórficos, com horizonte A ou E seguidos de horizonte B textural não-plíntico, argila de atividade baixa, cores vermelhas a amarelas e teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 11\%$ , apresentando distinta individualização de horizontes nos solos mais típicos da classe. Apresentam grande variação em características morfológicas e analíticas, porém com presença distintiva de horizonte B textural que diverge do A ou E, seja pela cor, seja pela diferença de textura e marcante estrutura em blocos, sendo a textura argilosa ou muito argilosa).

### 3.1.5. Vegetação

A tipologia vegetal diagnosticada consiste em Floresta de várzea e igapó, ambiente ribeirinho, com transição para a Floresta Ombrófila de terra firme. A florística apresenta-se de forma relacionada havendo uma mistura entre as espécies vegetais das duas

fitofisionomias. Trata-se de um rio piscoso e com uma floresta de galeria já visivelmente alterada. As poucas áreas de floresta existentes no trecho estão em propriedades particulares.

As espécies florestais detectadas pelo diagnóstico neste sítio foram: Abrió-de-macaco (*Couropita guianensis* Aubl., *Lecythidaceae*), Biribá (*Rollinia mucosa*) (Jacquin) Baill., *Annonaceae*), Geniparana (*Gustavia augusta* L., *Lecythidaceae*), Faveira-grande (*Parkia nitida* Miquel, *Mimosaceae*), Angelim-falso (*Abarema jupumba* (Wild.) Britt. & Killip, *Mimosaceae*), Timbó-da-mata (*Enterolobium schomburgkii* (Benth.) Benth., *Mimosaceae*), Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl., *Meliaceae*) dentre outras.

### 3.1.6. Hidrografia

O rio Pacajá é um Rio Perene, de segunda ordem, afluente da margem direita do Rio Amazonas. Está inserido na Região Hidrográfica do Portel-Marajó. É transposto pela BR-230, por uma ponte de concreto em trecho asfaltado dentro da área urbana da cidade de Pacajá, sendo utilizado como fonte de recreação, abastecimento humano, lavagem de roupas, recreação, pesca e outras atividades, sendo então uma área de poluição urbana difusa. No ponto de coleta, Ambas suas margens apresentam mata ciliar com algum estágio de preservação.

Segundo PARÁ, (2011), a Região Hidrográfica Portel-Marajó ocupa uma área de 10,8% da área do estado do Pará. Apresenta como principais drenagens os rios Anapu, Pacajá, Marinau, Tueré, Pracuruzinho, Curió, Pracupi, Urianã, Arataí, Mandaquari, Jacaré-Paru Grande, Jacaré Paruzinho, Anajás, Aramã, Jacaré, Cururú, Afuá, Jurupucu, Jurará e o rio dos Macacos.

Esta região é composta pelos municípios de Portel, Pacajá, Bagre, Novo Repartimento, Anapu, Breves, Chaves, Afuá, Anajás, Curralinho, São Sebastião da Boa Vista, Muaná, Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Santa Cruz do Arari e Ponta de Pedras.

Nesta sub-região destacam-se, em termos de área e importância, as bacias dos rios Anapu e Pacajá:

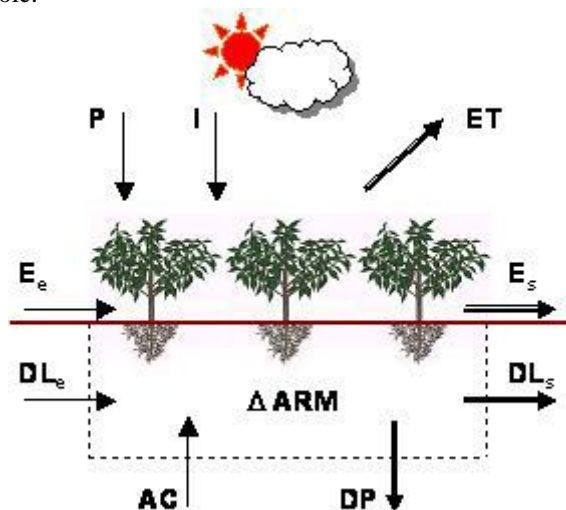
- **Bacia do rio Pacajá:** a parte centro-norte desta bacia esta situada na Mesorregião do Marajó englobando os municípios de Melgaço e Portel, a parte centro-sul está localizada nas Mesorregiões Sudeste e Sudoeste abrangendo os municípios de Pacajá e Novo Repartimento.

Os principais afluentes do Rio Pacajá são os rios Arataú (pela Margem direita) e rio Aruanã (pela margem esquerda).

#### 3.1.6.1. Balanço Hídrico

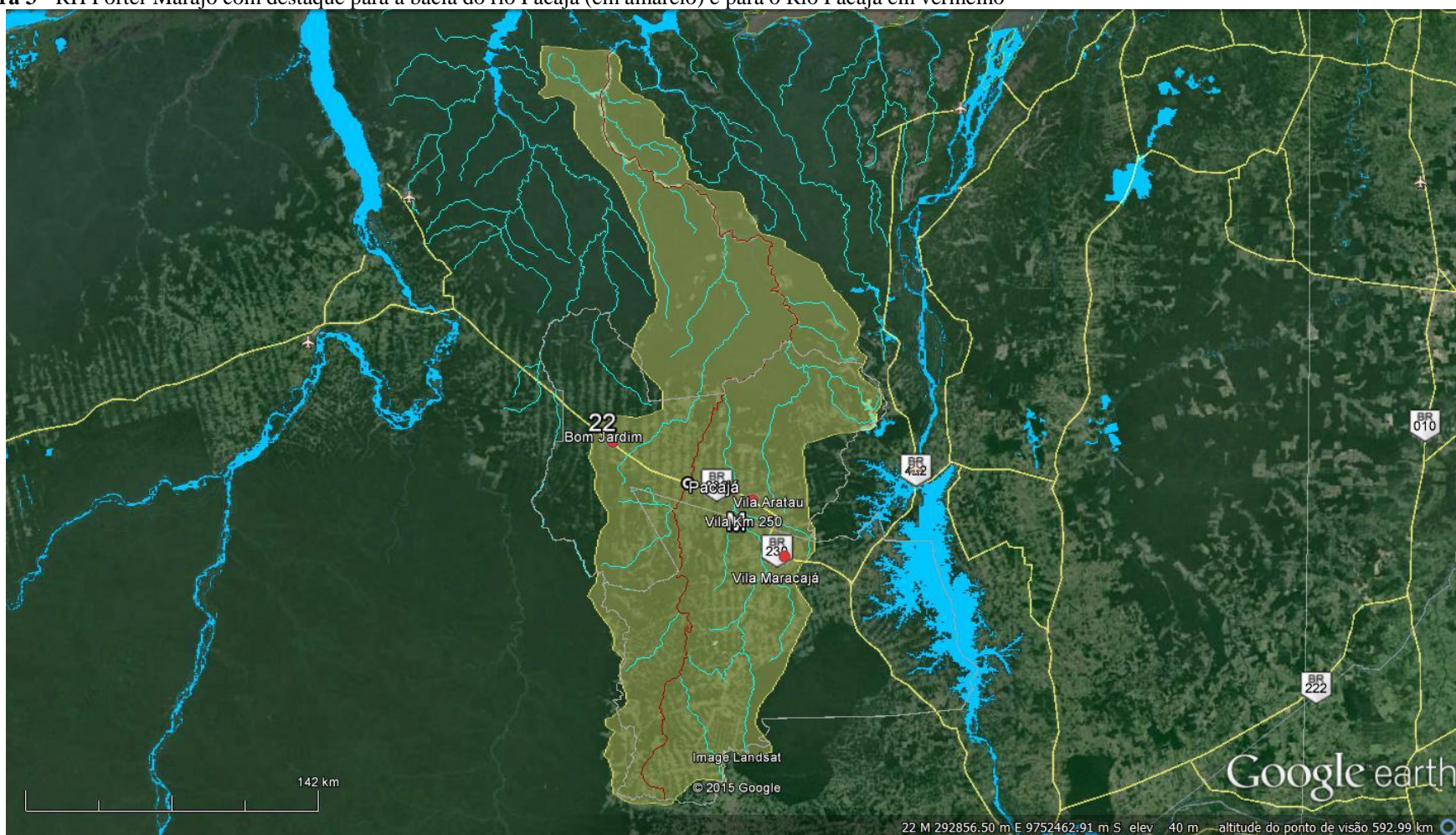
O conceito de balanço hídrico (Thornthwaite, 1948) avalia o solo como um reservatório fixo, no qual a água armazenada, até o máximo da capacidade de campo, somente será removida pela ação das plantas.

**Figura 2** - Representação esquemática dos fluxos do balanço hídrico indicando as possíveis entradas e saídas de água de um volume de controle.



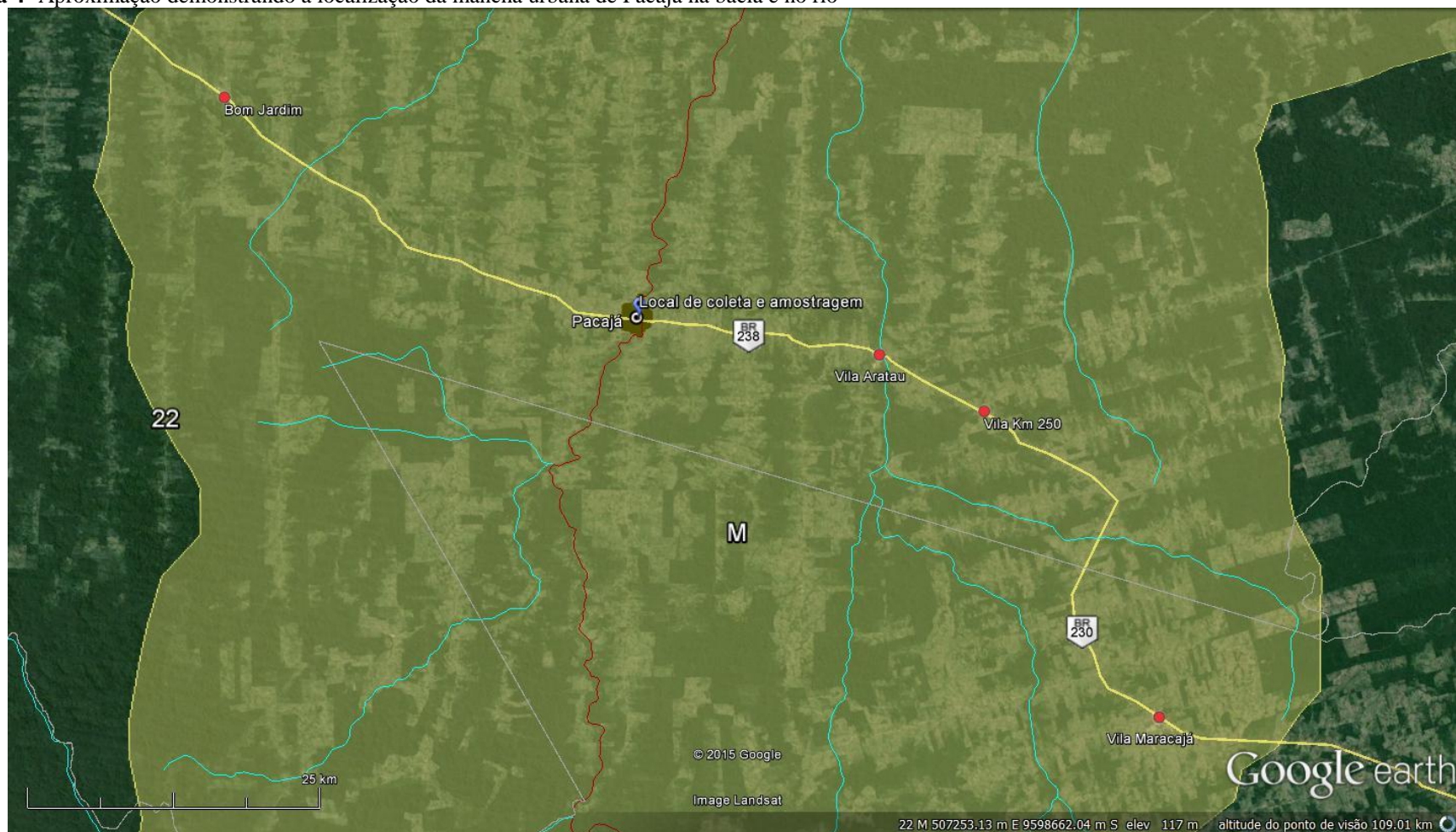
**P** = Precipitação (+ Orvalho) **ET** = Evapotranspiração  
**I** = Irrigação **Es** = Escoamento Superficial (saída)  
**Ee** = Escoamento Superficial (entrada) **DLs** = Drenagem Lateral (saída)  
**DLe** = Drenagem Lateral (entrada) **DP** = Drenagem profunda  
**AC** = Ascensão Capilar

**Figura 3** - RH Portel-Marajó com destaque para a bacia do rio Pacajá (em amarelo) e para o Rio Pacajá em vermelho

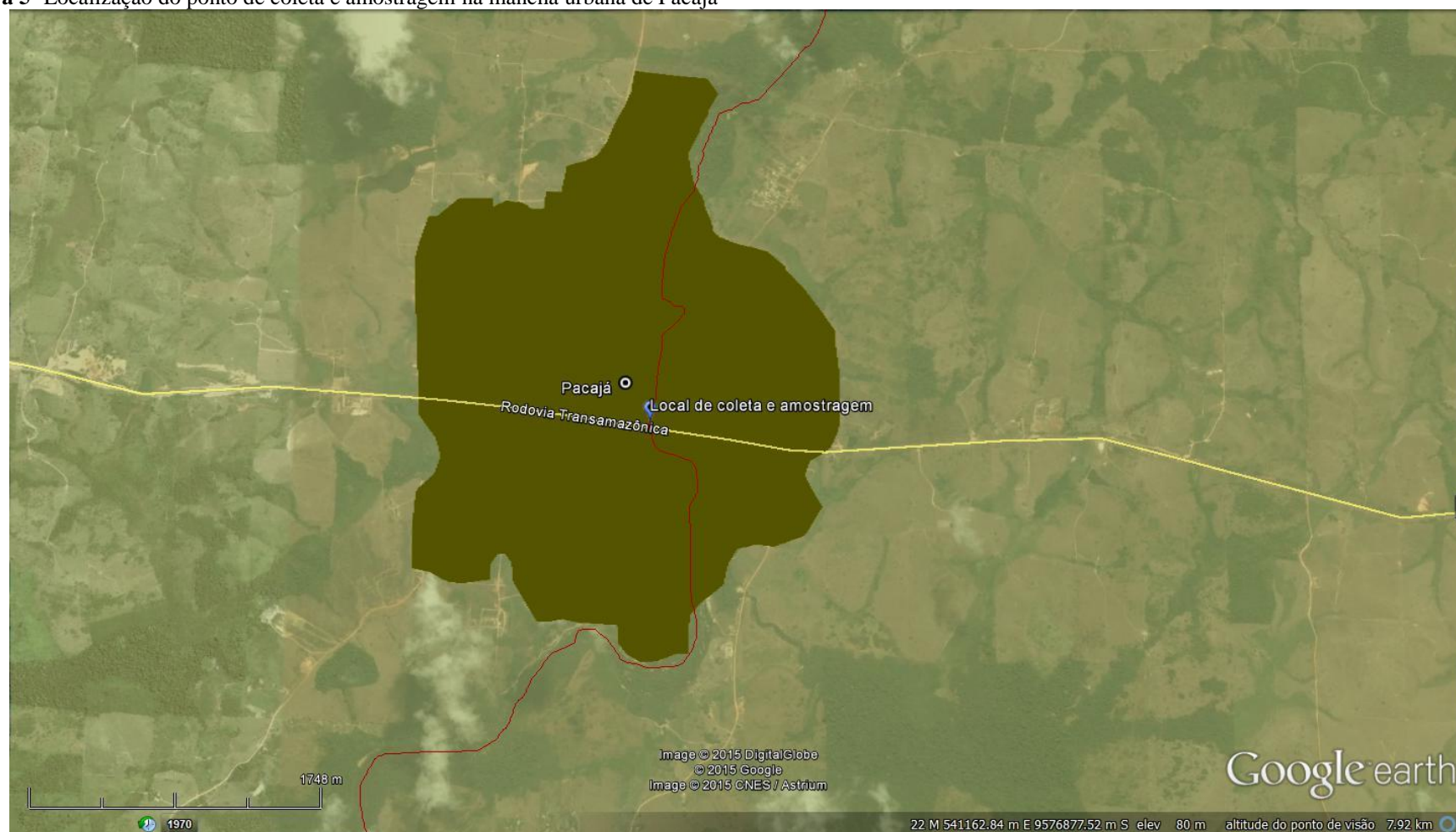




**Figura 4-** Aproximação demonstrando a localização da mancha urbana de Pacajá na bacia e no rio



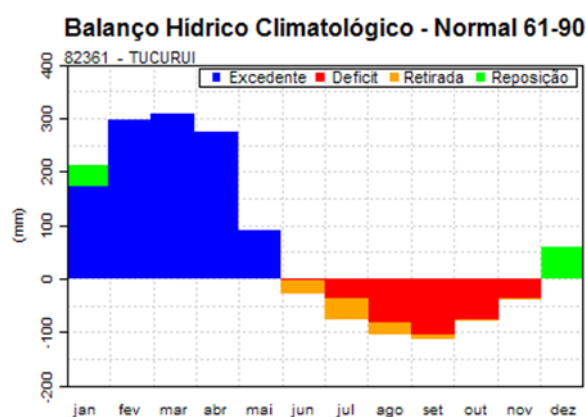
**Figura 5-** Localização do ponto de coleta e amostragem na mancha urbana de Pacajá



O balanço hídrico, além da evapotranspiração potencial, possibilita estimar a evapotranspiração real, excedente hídrico, deficiência hídrica e as fases de reposição e retirada de água no solo, cujas definições são as seguintes:

- Evapotranspiração real: a quantidade de água que nas condições reais se evapora do solo e transpira das plantas;
- Deficiência hídrica: diferença entre a evapotranspiração potencial e a real;
- Excedente hídrico: diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, quando o solo atinge a sua capacidade máxima de retenção de água.

Para o conhecimento da sazonalidade das variações pluviométricas e de capacidade de recarga dos mananciais da área de estudo foi utilizada a série histórica de 1961 a 1990 da estação de Tucuruí-PA (estação mais próxima a área de estudo), disponibilizada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.



**Gráfico 1** – Balanço Hídrico Climatológico – Tucuruí.

Fonte: BRASIL, INMET, 2011b

Analisando o gráfico podemos perceber que o balanço hídrico da região é regido pelas características climatológicas da região.

Nos meses de chuva, de novembro a maio, é observada uma rápida reposição do volume de água perdido durante os meses secos e um grande excedente hídrico no resto do período, situação completamente inversa nos meses de seca, quando se observa déficit hídrico



já no primeiro mês do período de seca e a retirada do volume de água continua durante 60 % do período de seca.

Esta situação demonstra também a dimensão das cheias e secas dos rios amazônicos durante o ano, apresentando variações normais de pelo menos 10 metros de altura na cota altimétricas do leito do corpo d'água, o que ocasiona o alagamento das áreas ribeirinhas dos mesmos, muitas vezes ocupados pela população, tanto para atividades residenciais e comerciais quanto para atividades rurais.

### 3.1.7. Histórico de ocupação do município de Pacajá

O histórico de ocupação do município se deu conforme apresentado abaixo por IBGE (2014).

As origens do Município tem a ver com o Programa de Integração Nacional- PIN, instituído no ano de 1970 e implantado a partir de 1971, pelo Governo Federal. O objetivo do PIN era o de desenvolver um grande programa de colonização dirigida na Amazônia, trazendo trabalhadores sem terra de diversos pontos do Brasil, em especial, do Nordeste.

A rodovia Transamazônica constituía-se no eixo ordenador de todo o Programa e, no Pará, os trechos Marabá- Altamira e Altamira- Itaituba foram objeto de planejamento e investimento especiais. No trecho da rodovia Transamazônica, situado entre Altamira e Itaituba, deveriam ser construídas agrovilas - (conjunto de 48 ou 64 lotes urbanos, com igual número de casas, instaladas no espaço de 100 hectares).

Tais casas estavam destinadas aos colonos assentados no local, os quais também receberam lotes rurais, onde desenvolveriam suas atividades econômicas. Cada agrovila deveria contar com os serviços de uma escola de primeiro grau, uma igreja ecumênica, um posto médico e, em alguns casos, um armazém para produtos agrícolas.

Também fazia parte do Programa a construção de agrópolis (reunião de agrovilas, cuja polarização se dava em torno de um núcleo de serviços urbanos). Além dos serviços da agrovila, a agrópolis teria um posto de serviços bancários, correios, telefones, escola de segundo grau , etc.

O objetivo da agrópolis era atender à demanda de todas as agrovilas situadas em determinado trecho da Transamazônica. Na verdade, foram implantadas várias agrovilas, porém, apenas uma agrópolis - a Brasil Novo, no km 46 do trecho Altamira- Itaituba. Finalmente, o Programa previa a construção de Rurópolis, um conjunto de agrópolis. Na prática, foi construída apenas uma Rurópolis - a Presidente Médici.

O núcleo urbano de Pacajá teve origem na iniciativa pessoal de um colono que instalou em seu lote, que se situava de frente para a estrada, um pequeno restaurante e bar que como ocorreu com outras localidades da Transamazônica, começou a servir de ponto de apoio para caminhões e ônibus que trafegavam por ela. Na mesma época, a Construtora Mendes Júnior havia instalado um acampamento que servia aos trabalhadores da estrada e ficava na localidade chamada Jacaré, nas proximidades do porto da balsa do Rio Xingu, no trecho em que, por balsa, se alcança Altamira.

A proporção que as obras da estrada prosseguiram e se distanciavam dos centros urbanos existentes, pontos estratégicos de apoio, como o referido bar e restaurante, passavam a ser

paradas obrigatórias daqueles que trafegavam. As tarefas requeridas pelos trabalhadores daquela construtora estimularam a implantação de novos serviços expandindo o centro urbano.

Logo, outros lotes rurais começaram a ser divididos e vendidos a interessados na prestação de serviços e no comércio. No final da década de 70 e início da de 80, a população já estava concentrada e começou a sentir, de certo modo o descaso da Prefeitura de Portel, devido à distância do Município para o lugar Pacajá, surgindo, então, os primeiros movimentos para a emancipação de Pacajá, que tiveram à frente Geraldo Franco (padre de Pacajá), Antônio Maria de Abreu, Antônio Chapéu de Couro e outros.

Pacajá obteve sua autonomia no Governo Hélio Motta Gueiros, através da Lei nº 5.447 de 10 de maio de 1988. Tem sua sede na vila de Pacajá, que passou, consequentemente à categoria de cidade, com a mesma denominação. Sua instalação ocorreu em 1º de janeiro de 1989, com a posse da prefeita Maria Zuleide dos Santos Gonçalves, eleita no pleito de 15 de novembro de 1988. O Município é constituído somente do distrito- sede. Atualmente, está sendo feito um trabalho de levantamento topográfico e de planta cadastral da área urbana, dentro da área estabelecida pelo decreto que criou o Município, para que seja desvinculada do governo federal a área urbana do Município que integrará a Léngua Patrimonial.

O nome Pacajá é em homenagem ao rio Pacajá que corta a rodovia Transamazônica.

### 3.2. Seleção do local de amostragem

Para a seleção do local de amostragem, foi considerada a proximidade/localização com a área urbana de Pacajá, assim como o uso múltiplo do rio, principalmente no caso de abastecimento público.

Com base nestas relações foi selecionado o seguinte ponto de amostragem:

**Tabela 2** - Pontos de amostragem.

Ponto	Corpo d'água	Coordenadas		Região Hidrográfica	Município
		S	W		
30	Rio Pacajá	3.835408°	50.632039°	Portel/Marajó	Pacajá

### 3.3. Enquadramento dos corpos hídricos

No Brasil, o enquadramento das águas superficiais é definida pela Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986, e pela Resolução nº 357/2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece uma classificação para as águas, em função dos seus usos. Os mananciais são enquadrados em classes, definindo-se, para cada uma, os usos a que se destina e os requisitos a serem observados.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece nove classes, sendo cinco de águas doces (com salinidade igual ou inferior a 0,5%), duas de águas salobras (salinidade entre 0,5 e

30%), e duas de águas salinas (salinidade igual ou superior a 30%). As Classes Especiais são de 1 a 4 e referem-se às águas doces; as classes 5 e 6 às águas salinas; e as classes 7 e 8 às águas salobras.

As coleções de águas estaduais são enquadradas, segundo seus usos preponderantes, em cinco classes, como mostra a **Tabela 3**.

**Tabela 3** - Preponderantes das Águas segundo os critérios da Resolução CONAMA nº 20 e nº 357.

Uso Preponderante da Água	Classificação				
	Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção.					
Abastecimento doméstico, após tratamento simplificado.					
Abastecimento doméstico, após tratamento convencional.					
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas					
Proteção das comunidades aquáticas					
Recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho).					
Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película					
Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas					
Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.					
Criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana					
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					
Usos menos exigentes					

**Fonte:** Resolução CONAMA 20, 1986.

O enquadramento dos corpos d'água é de responsabilidade do Estado que o administra (ou da união em caso de rios nacionais) e requer um conhecimento da qualidade das águas e das influências ambientais e antrópicas capazes de alterá-la. Assim, é possível adequar a utilização atual do corpo hídrico com as normas de qualidade das águas, garantindo

os padrões para os usos múltiplos desejados pela comunidade, preservando os aspectos qualitativos para a vida aquática e demais usos.

O objetivo de se classificar os rios pelo seu uso é alcançar um padrão de qualidade, garantindo assim o uso responsável das águas superficiais.

O enquadramento de um corpo hídrico em determinada classe não significa que este tenha atingido um padrão de qualidade compatível com sua classificação e sim quais metas de qualidade e potabilidade da água que se deseja alcançar, pois seu enquadramento visa um padrão de qualidade em relação ao tipo de uso estipulado a ele.

Como o rio objeto de estudo ainda não foi enquadrado na classificação de uso, a Resolução do CONAMA nº 357/2005 recomenda considerar o mesmo como de classe II.

O monitoramento da qualidade da água é feito, seguindo os parâmetros estipulados pelo CONAMA nº 357/2005 e será apresentado em capítulo posterior.

### **3.4. Georreferenciamento do local de amostragem**

Foi registrada a localização geográfica do local de amostragem com o auxílio de GPS de navegação GARMIN Etrex, com precisão de 3 metros, no sistema de coordenadas graus decimais, Datum SAD-69.



**Foto 1** – GPS GARMIN utilizado para o georreferenciamento dos pontos de amostragem.

### 3.5. Caracterização dos pontos de amostragem

Foram analisadas as condições fisiográficas e as particularidades do local. Para esta análise, usa-se com base a seguinte ficha de caracterização de campo.

**Figura 6** - Ficha de caracterização do ponto de amostragem

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA					
Identificação					
Coordenadas:			Sist. Coord.: UTM	Zona:	
Bacia:				Hora:	
Amostra			Chuva nas ultimas 24 Horas:		
Coletor:			Data da Coleta:		
Temperatura Amb.:					
TIPO DE AMOSTRA					
<input type="checkbox"/> Bruta <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Tratada <input type="checkbox"/> Rio/Córrego <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/> Manancial <input type="checkbox"/> Lagoa <input type="checkbox"/> Igarapé					
SONDA MULTIPARÂMETRO					
Temperatura		°C	Sólidos Totais		mg/l
pH			Oxigênio Dissolvido		mg/l
TURBILÍMETRO					
Turbidez			N.T.U		
FOTOCOLORÍMETRO					
Nitrogênio Total		mg/l	Fósforo Total		mg/l
ASPECTOS FÍSICOS, MORFOLÓGICOS E LIMNOLÓGICOS					
Vegetação Aquática: <input type="checkbox"/> em todo espelho d'água <input type="checkbox"/> parcialmente <input type="checkbox"/> ausência					
Presença de: <input type="checkbox"/> materiais flutuantes <input type="checkbox"/> óleos e graxas <input type="checkbox"/> Substâncias que comuniquem odor ou gosto <input type="checkbox"/> corantes provenientes de fontes antrópicas <input type="checkbox"/> resíduos sólidos objetáveis					
ASPECTOS FISIográficos DA ÁREA DE DRENAGEM					
Vegetação Predominante: <input type="checkbox"/> primária <input type="checkbox"/> secundária (capoeira) <input type="checkbox"/> lavoura/pastagem <input type="checkbox"/> solo exposto					
Integridade da mata ripária original: <input type="checkbox"/> conservada <input type="checkbox"/> alterada parcialmente <input type="checkbox"/> ausente					
Principais usos da terra: <input type="checkbox"/> pecuária <input type="checkbox"/> agricultura <input type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> outros:					
Principais fontes de poluição: <input type="checkbox"/> poluição urbana difusa <input type="checkbox"/> resíduos sólidos <input type="checkbox"/> esgotos domésticos <input type="checkbox"/> efluentes industriais <input type="checkbox"/> águas de drenagem pluvial <input type="checkbox"/> cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes <input type="checkbox"/> dessedentação animal com disposição de fezes <input type="checkbox"/> obras na rodovia <input type="checkbox"/> outros:					
USOS PREDOMINANTES DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS					
<input type="checkbox"/> Irrigação <input type="checkbox"/> Recreação com contato primário <input type="checkbox"/> Abastecimento Humano <input type="checkbox"/> Dessedentação Animal <input type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensílios domésticos <input type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input type="checkbox"/> Diluição de efluentes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:					
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES					

### 3.6. Monitoramento

No ponto selecionado com água corrente em volume suficiente, foram realizadas medições de monitoramento 100 metros a montante da intersecção com a rodovia. Justifica-se a medida a montante como sendo o padrão dos recursos hídricos locais.



**Foto 2** - Coleta (seguindo a metodologia do trabalho de coleta)



**Foto 3** – Análises de campo (seguindo a metodologia do trabalho de monitoramento)

Para realizar a análise dos parâmetros em campo como pH, turbidez, temperatura, fósforo total, nitrogênio total e oxigênio dissolvido foram utilizados os seguintes equipamentos portáteis:

- Sonda Multiparâmetros HQ30D (HACH),
- Turbidímetro 2100 Q (HACH); e
- Fotocolorímetro Microprocessador AT10P (ALFAKIT).

Esses aparelhos apresentam uma série de propriedades e especificações, que são apresentadas a seguir.

**Tabela 4** - Equipamentos e suas descrições técnicas

Equipamentos	Descrição
TURBIDIMETRO PORTÁTIL MOD. 2100Q, MARCA HACH	<p>Turbidímetro portátil, com display em português, realiza leituras de turbidez segundo princípio nefelométrico. Sistema óptico composto por dois detectores, um a 90° e um de luz transmitida, corrige a interferência decorrente da cor dos materiais que absorvem a luz e compensa as flutuações da intensidade luminosa da lâmpada, proporcionando estabilidade de calibração em longo prazo. Fonte de luz lâmpada com filamento de tungstênio. Possui funções média de sinal, função rapidly settling usada para determinar turbidez em amostras que sedimentam rapidamente e função de congelamento dos resultados. Desligamento automático programável, se nenhuma tecla for acionada, funciona com 4 pilhas AA ou energia elétrica, através de um módulo de alimentação fornecido opcionalmente. Capacidade de armazenamento de 500 dados, permite a transferência para PC, Impressora ou Pen Drive via USB através de um módulo opcional, e permite a identificação do analista e da amostra em cada resultado. Possui gráfico indicativo do status da calibração, função lembrete de calibração, função de verificação da calibração e armazena histórico das calibrações. Controle de senha de acessos, restringindo acesso em alguns menus. Atende critérios de desempenho especificados no método 180.1 da USEPA.</p> <p>Especificações:</p>

Equipamentos	Descrição
	<p>- Faixa de medição: 0 a 1000NTU</p> <p>- Resolução: 0,01NTU</p> <p>- Repetibilidade: <math>\pm 1\%</math> da leitura ou 0.01 NTU</p> <p>- Modo de leitura: seleção automática do ponto decimal ou manual selecionável de 0 a 9,99 / 0 a 99,9 / 0 a 1000 NTU.</p> <p>- Grau de Proteção: IP67 com a tampa fechada</p> <p>- Tempo de resposta: 6 segundos com a função média de sinal desligada.</p> <p>- Vida útil das pilhas: 300 testes com média de sinal desligada; 180 testes com média de sinal ligada.</p> <p>Acompanha o Turbidímetro, seis cubetas 25mm 10 ml, padrões de Formazina Estabilizada nas concentrações de 20, 100 e 800 NTU, padrão para checagem da calibração, óleo de silicone, pano para limpeza, manual de instruções, cartão de consulta rápida e maleta.</p>
<p>MEDIDOR MULTIPARAMETRO DIGITAL MONO CANAL COMPLETO MOD. HQ30D, MARCA HACH</p>	<p>Medidor multiparâmetro Portátil, pode medir pH, Condutividade, Salinidade, TDS ou Oxigênio Dissolvido quando conectados com sondas IntelliCAL Plug &amp; Play, o medidor reconhece automaticamente o tipo de sonda que está conectada a ele, as sondas armazenam histórico de calibração por isso não há necessidade de calibrar o equipamento a todo o momento, o equipamento emite um alerta de calibração para calibrar somente quando necessário, além disso cada sonda tem um número de série exclusivo, a identificação do usuário, amostra, a data e hora de todas as leituras facilitando o gerenciamento dos dados, obtendo um inventário completo dos resultados. Medidor mono canal possibilita a realização das medições conectando o eletrodo do parâmetro desejado. O sistema de senhas de acesso pode ser utilizado para controle de supervisão. Possui armazenamento de dados internos para até 500 resultados, desligamento automático ajustável para economia das baterias, correção automática de pressão barométrica e temperatura para LDO.</p> <p>Especificações :</p> <p>Gabinete..... Proteção IP67, a prova d'água para 1 m por 30 min.</p> <p>Alimentação..... Baterias Alcalinas AA e NiMH ou eliminador de baterias (Opcional).</p> <p>Condições de Operação..... 0 - 60°C ; 90 % umidade relativa sem condensação.</p> <p>Acompanha manual de operação.</p>
<p>- ELETRODO DE CONDUTIVIDADE INTELLICAL, MARCA HACH</p>	<p>Eletrodo Condutividade/Temperatura possui histórico da calibração armazenado na memória da sonda, sistema de medição digital. Acompanha clips coloridos para identificação de parâmetros, eletrodo com 1 m de cabo.</p> <p>Especificações :</p> <p>Faixa de Condutividade..... 0.01 uS/cm - 200 mS/cm</p> <p>Resolução..... 0.01 uS/cm</p> <p>Faixa de Temperatura..... -10 - 110°C</p> <p>Resolução..... 0.1°C</p> <p>Faixa de Resistividade..... 2.5 ohm.cm - 49 Mohm.cm</p> <p>Resolução..... 0.1 ohm.cm</p> <p>Faixa de Salinidade..... 0 - 42 g/Kg ou ppt</p> <p>Resolução..... 0.1 g/Kg - 0,01 ppt</p>



Equipamentos	Descrição
	<p>Faixa de TDS..... 0 - 50 mg/l</p> <p>Resolução..... 0.1 mg/l</p>
- ELETRODO DE PH DIGITAL INTELICAL, MARCA HACH	<p>Eletrodo pH/Temperatura combinado, possui histórico da calibração armazenado na memória da sonda, sistema de medição digital, enchimento em gel. Acompanha clips coloridos para identificação de parâmetros, eletrodo com 1 m de cabo.</p> <p>Especificações :</p> <p>Faixa de pH ..... 0.0 - 14.0 pH</p> <p>Acuracidade ..... +/- 0.002 pH</p> <p>Faixa de Temperatura ..... 0.0 - 80.0°C</p> <p>Acuracidade ..... +/- 0.3°C</p>
- ELETRODO DETERMINAÇÃO DBO LBOD, MARCA HACH	<p>Sonda para determinação de DBO LBDO com autoagitação. Possui um numero de série exclusivo e armazena as calibrações realizadas, a identificação do usuário, da amostra, a data e hora de todas as leituras facilitando o gerenciamento dos dados.</p> <p>Especificações :</p> <p>* Faixa de Medição de OD ..... 0.05 a 20,0 mg/l</p> <p>* Resolução DBO ..... 0,05 de 0.0 a 10 mg/l ou 0.1 acima de 10 mg/l.</p> <p>* Unidades de Medida ..... mg/l % Saturação</p> <p>Utilizada somente com garrafas de DBO de 300 ml com diâmetro do gargalo de 15.875 mm. Possui auto agitação e tecnologia LDO (Oxigênio Dissolvido por Luminescência).</p>



**Foto 4** – dispositivo de leitura multiparâmetros HQ30d (HACH) usado para determinação dos parâmetros — OD, Temperatura, pH e Sólidos Totais Dissolvidos



**Foto 5** - Aparelho 2100Q (HACH) usado para determinação dos parâmetros - Turbidez





**Foto 6** - Sondas usadas para determinação dos parâmetros no dispositivo de leitura multiparâmetros HQ30d (HACH)



**Foto 7** – Calibração e manutenção das sondas

Os valores medidos pelos aparelhos são anotados na ficha de monitoramento de parâmetros conforme a imagem abaixo.

**Figura 7** - Ficha de monitoramento de parâmetros.

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA					
Identificação (n° da Amostra)					
Coordenadas:	W:	S:	Sist. Coord.: Graus Decimais		
Bacia:			Data:	Hora:	
Amostra			Chuva nas ultimas 24 Horas:		
Coletor:			Data da Coleta:		
Fotos:			Rio/Igarapé:		
Temperatura Amb.:					
TIPO DE AMOSTRA					
( ) Bruta	( ) Poço	( ) Canal	( ) Outros:		
( ) Tratada	( ) Rio/Córrego	( ) Represa			
( ) Manancial	( ) Lagoa	( ) Igarapé			
SONDA MULTIPARÂMETRO					
Temperatura			Sólidos Totais		
pH			Oxigênio Dissolvido		
DBO			Fósforo Total		
Turbidez			Nitrogênio Total		

### 3.7. Coleta de amostragem para o laboratório

Além das análises em campo com o equipamento portátil para os parâmetros citados, são coletadas amostras de água e enviadas à VETPLUS – Laboratório Ambiental de Análises de Alimentos e Água, situado na cidade de Marabá (PA) que em suas técnicas de

análises adotam o “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, 1992” para analisar as concentrações de óleos e graxas, DBO e coliformes termotolerantes.



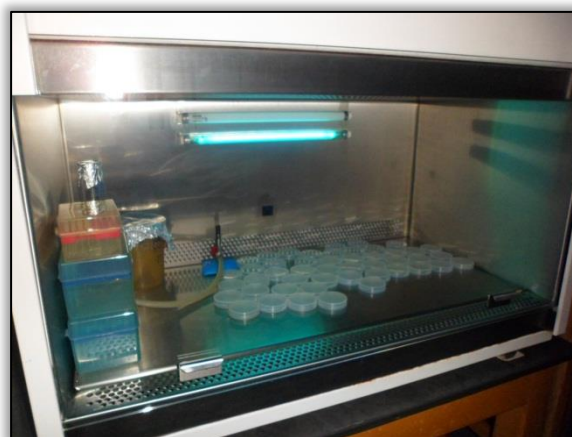
**Foto 8** – Laboratório VETPLUS – Marabá/PA



**Foto 9** – Amostra de água entubadas para resultados microbiológicos.



**Foto 10** – Conservação das amostras no Laboratório



**Foto 11** – Placas com amostras de água

A coleta e preservação das amostras foram baseadas no roteiro do Standard Methods (APHA, 1992), que contém informações sobre a forma adequada de acondicionamento das amostras, armazenamento e tempo máximo permitido entre a coleta e a análise, de maneira a não comprometer a integridade da amostra e, consequentemente, os resultados das análises.

Foram utilizadas luvas de látex, frascos inertes, enxaguados três vezes antes da coleta. Para óleos e graxas foram utilizados frascos de vidro (conforme norma técnica NBR 9.898/1987).



**Foto 12** – Coleta feita com luva de látex, frascos inertes.



**Foto 13** – Coleta feita com frascos de vidro.



**Foto 14** – Coleta feita com frascos de vidro.

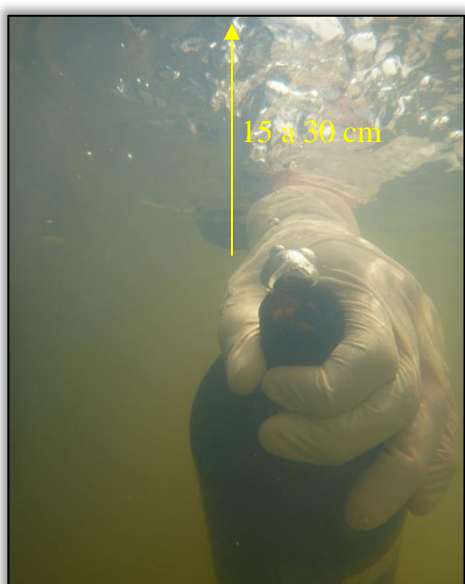
Foram utilizados frascos de vidro borossilicato. Para a coleta das amostras para a análise de coliformes termotolerantes, procurou-se evitar a coleta de amostras em áreas paradas ou em locais próximos às margens.

Com todos os cuidados de assepsia, removeu-se a tampa do frasco juntamente com o papel protetor (alumínio), segurou-se o frasco pela base, o mergulhando rapidamente o com a boca para baixo, de 15 a 30 centímetros abaixo da superfície da água, para evitar a

introdução de contaminantes superficiais (Foto 3), direcionando o frasco de modo que a boca ficasse em sentido contrário à correnteza;

Após a imersão, o frasco foi inclinado lentamente para cima, a fim de permitir a saída de ar e subsequente enchimento do mesmo, retirando do corpo d'água e desprezando uma pequena porção da amostra, deixando um espaço vazio suficiente que permita a homogeneização da amostra para análise e fechando o frasco imediatamente, fixando o papel protetor ao redor do gargalo e armazenando o frasco em caixa de isopor com gelo, para refrigerar as amostras até o envio ao laboratório.

As amostras coletadas para as análises de concentrações de DBO e Óleos e Graxas foi usada a mesma metodologia de coleta, com diferença apenas que, nestes frascos, não é necessária a proteção de alumínio.

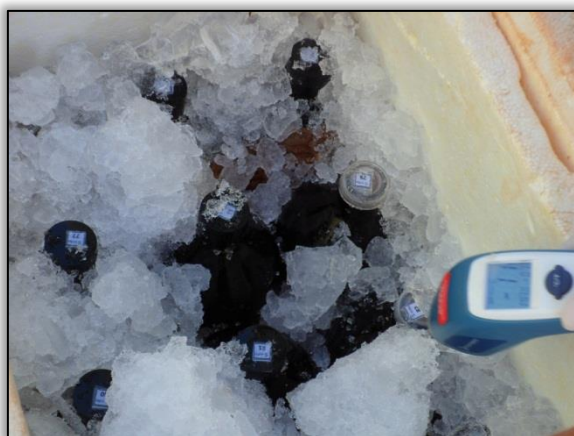


**Foto 15** – Mergulho do frasco para coleta (segundo a metodologia do trabalho de coleta – 15 a 30 cm de profundidade)



**Foto 16** – Mergulho do frasco para coleta (segundo a metodologia do trabalho de coleta – 15 a 30 cm de profundidade)





**Foto 17** – Caixa de isopor com as amostras e gelo para sua conservação.



**Foto 18** – Chegada do material no laboratório em Marabá.



**Foto 19** – Conferência das amostras no Laboratório.

### 3.8. Análise dos parâmetros

No monitoramento realizado para este trabalho foram analisados 10 parâmetros de qualidade da água: (1)Temperatura da Água, (2)Turbidez, (3)Sólidos Totais, (4)pH, (5)Oxigênio Dissolvido, (6)Nitrogênio, (7)Fosfato Total, (8)DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), (9)Óleos e Graxas e (10)Coliformes Fecais. A tabela abaixo apresenta a metodologia de análise de cada um dos parâmetros analisados.

**Tabela 5** - Parâmetros.

Parâmetros	Unidade	Limites*	Importância	Metodologia	Equipamento
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O <sub>2</sub>	≤ 5	Indicador da matéria orgânica biodegradável;	Medição Direta do oxigênio pelo método de winkler	Estufa de BOD a 20°
Sólidos Dissolvidos	mg/L	≤ 500	Indicador de erosão, assoreamento.	Medição Direta	Sonda Multiparâmetros

Parâmetros	Unidade	Limites*	Importância	Metodologia	Equipamento
Totais					
Fósforo Total	mg/L P	$\leq 0,1$ - lótico $\leq 0,03$ - lântico	Diminui o oxigênio da água.	Espectrofotométrico	Fotocolorímetro
Óleos e Graxas	mg/L	Ausente	Denotam efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, resíduos de automóveis e caminhões, estradas e vias públicas urbanas.	Extração p/ solvente	Extrator soxhlet
Potencial Hidrogeniônico	-	6,0 a 9,0	Expressa o grau de acidez/basicidade da água.	Medição direta	Sonda Multiparâmetros
Turbidez	UNT	$\leq 100$	Indicador de erosão, assoreamento e degradação do solo da bacia de contribuição.	Sistema óptico	Turbidímetro
Nitrogênio Total	mg/L N	3,7, para $\text{pH} \leq 7,5$ 2,0, para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ 1,0, para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ 0,5, para $\text{pH} > 8,5$	Indicador de Eutrofização	Espectrofotométrico Somatória de Amônia, Nitrato e Nitrito.	Fotocolorímetro
Oxigênio Dissolvido (OD)	mg/L O <sub>2</sub>	$\geq 5$	Caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos	Medição Direta	Sonda Multiparâmetros
Coliformes Tolerantes (CTT)	CTT/100mL	$\leq 1.000$	São indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água	Substrato definido	-----
Temperatura	°C	-	Fator limitante na quantidade de OD	Medida direta	Sonda Multiparâmetros

Fonte: Resolução CONAMA nº 357, 2005.

### 3.9. Elaboração do Índice de Qualidade da Água (IQA)

O principal objetivo do IQA é facilitar o entendimento a respeito das condições físico-químicas do estado do corpo d'água. O IQA é a combinação por meio de formulação matemática dos parâmetros de qualidade da água medidos.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram as variáveis a serem avaliadas, o peso relativo e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Das 35 variáveis indicadoras de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados.

Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados na tabela a seguir.

**Tabela 6** - Pesos Relativos para calcular IQA.

Parâmetros	Pesos Relativos
1. Oxigênio Dissolvido	0,17
2. Coliformes Termotolerantes	0,15
3. PH	0,12
4. Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	0,10
5. Fosfato Total	0,10
6. Temperatura	0,10
7. Nitrogênio Total	0,10
8. Turbidez	0,08
9. Sólidos Totais	0,08

A formulação matemática mais comumente usada (National Sanitation Foundation-NSF) é o somatório do produto do valor do índice na curva de qualidade para o parâmetro pelo peso do parâmetro. Posteriormente o valor encontrado é enquadrado em uma das classes de qualidade. Para isto utiliza-se a fórmula:

$$IQA = \sum_{i=1}^n q_i * w_i$$

**n** = número de parâmetros

**qi** = valor do índice na curva de qualidade para o parâmetro i

**wi** = peso do parâmetro i.

O índice varia de 0 a 100 e a água é enquadrada, segundo a classificação proposta por Ramech, em cinco classes distintas conforme a qualidade.

**Tabela 7** - Classificação do IQA.

Classificação do IQA		
	Ótima	91 a 100
	Boa	71 a 90
	Media	51 a 70
	Ruim	26 a 50
	Muito Ruim	0 a 25

A classificação por cores é uma ferramenta utilizada para facilitar a identificação visual do nível de qualidade da água que cada ponto amostrado se encontra, conforme metodologia utilizada pela CETESB, 2009.

Cabe ressaltar que a Região amazônica apresenta características físicas e químicas de suas margens, composição do solo, fisiografia fluvial e pluviometria distintas das demais regiões do país, com concentrações dos parâmetros analisados no IQA diferentes do usualmente encontrado no centro-sul do país. Como consequência, a formulação do IQA adotada para o monitoramento da qualidade da água no país não se adequa à realidade amazônica, no entanto, por falta de uma metodologia que se enquadre melhor, o IQA será apresentado apenas como forma de se auxiliar na análise da qualidade da água, devendo assim se considerar mais as concentrações medidas em relação aos padrões estipulados pela resolução CONAMA 357/2005 que os resultados do IQA apresentado.



## **4. ANÁLISE E DISCUSSÕES**

### **4.1. Caracterização do ponto de amostragem no dia de coleta**

O ponto de coleta está inserido na área urbana da cidade de Pacajá. O rio Pacajá é um corpo hídrico perene, em que a cidade cresceu em sua volta. Ambas suas margens apresentam mata ciliar com algum estágio de preservação.

Pelo fato do rio atravessar uma área urbana, todas as residências utilizam o rio para recreação, abastecimento humano, lavagem de roupas, recreação, pesca e outras atividades, sendo então uma área de poluição urbana difusa.

Cabe ressaltar que a prefeitura coleta água do rio e distribui para a população sem nenhum tratamento e, ao mesmo tempo, como o município não tem rede de coleta de esgoto, todo o esgoto da cidade, assim como toda água pluvial, é despejado no rio sem nenhum tratamento.

Neste ciclo, a população utiliza água contaminada por ela própria.

#### **4.1.1. 1ª campanha**

No dia da coleta o rio encontrava-se cheio.

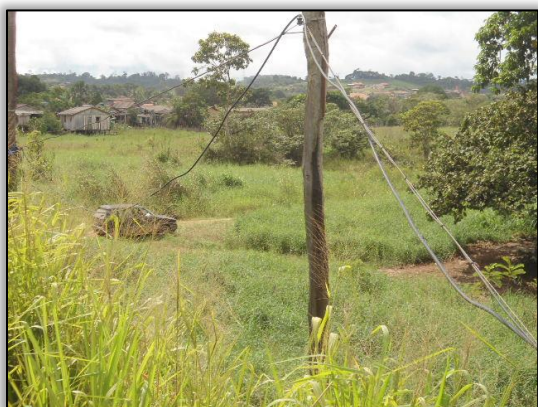
Em suas margens, o rio possui vegetação do tipo secundária, com alguns pontos em estágio de preservação maior, além de uma grande área substituída por vegetação rasteira, usada como pasto para os animais criados pela população local.



**Foto 20** - Aglomeração urbana da cidade de Pacajá/PA às margens do rio Pacajá



**Foto 21** – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando o volume alto de suas águas



**Foto 22** – População acessando o rio. A população usa o rio para diversos usos.



**Foto 23** – Frasco usado para a coleta de amostras para análise de DBO e óleos e graxas.

Como existem vários pontos de acesso ao rio, suas margens também apresentam solos expostos, o que com as chuvas que precipitam na região no chamado inverno amazônico (de outubro a abril), acarretam num maior carregamento de material inconsolidado para o leito do rio, propiciando uma elevação nos níveis de sólidos totais em suspensão e turbidez.

Nas proximidades do rio existem algumas propriedades, um posto de gasolina e um lava-jato.

As medições foram realizadas conforme a metodologia apresentada no item Monitoramento.

As amostras de água coletadas em campo foram enviadas ao laboratório, de acordo com a metodologia explanada no item Coleta de amostragem para o laboratório.

A figura tabela abaixo apresenta o resultado dos dados na amostra nesta campanha.

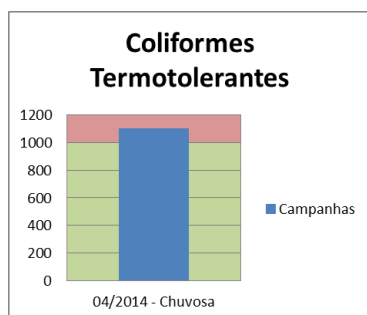
**Quadro 1** - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 1ª campanha

Campanha	Período	Curso Hídrico	Parâmetros de Qualidade de Água												
			C.T MP/100m	pH	DBO MG/L	NT MG/L	PO4-T MG/L	Temp. °C	Turbidez UNT	S.T. MG/L	OD MG/L	OD % Saturaç	O.Gx.	IQA	Classifica ção
1	Chuvoso	Rio Pacajá	1100,00	7,9	0,6	1,4	0,33	28,1	32,60	76	6,70	86,7%	0,02	74	Boa

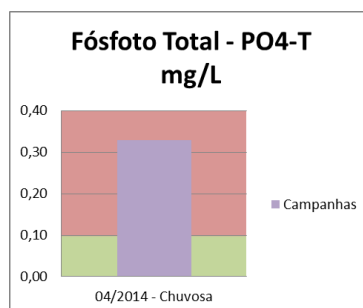
**Elaboração:** Érico Tavares

A análise dos resultados aponta que três dos dez parâmetros estavam fora dos padrões definidos para rios de classe 2 pela resolução CONAMA 357/2005.

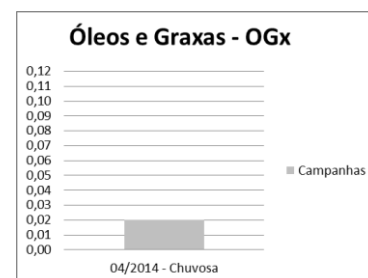
**Gráfico 2** - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 1ª campanha



**Gráfico 3** - Concentração de Fósforo Total mensurados na 1ª campanha



**Gráfico 4** - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 1ª campanha



**Elaboração:** Érico Tavares

Conforme explanado no item 2.5.1 Coliformes Termotolerante, Coliformes termotolerantes são indicadores de poluição por esgotamento doméstico e também podem indicar a existência de organismos patogênicos na água.

O padrão aceitável para óleos e graxas é o virtualmente ausente, ou seja, que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar (CONAMA 357/2005).

Em campo não foi possível verificar a presença de óleos e graxas na água, porém, resolveu-se analisar quimicamente em laboratório para definir ou não a presença destes no rio. Nesta campanha, foi mensurada uma pequena concentração de óleos e graxas (0,02 mg/L), o que corrobora com a não detecção visual ou olfativa em campo.

Além disso, como óleos e graxas em águas superficiais são geralmente hidrocarbonetos, gorduras, ésteres e outras substâncias orgânicas de origem animal, mineral

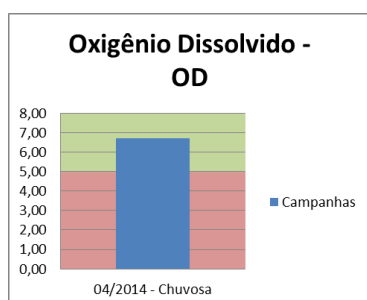
ou vegetal (CETESB,2009) e como a concentração encontrada foi ínfima, não é possível determinar a origem desses.

A concentração de 0,33 mg/L de fósforo total na amostra indica também a deposição de esgotamento sanitário sem tratamento no rio. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala constituem a principal fonte. Segundo VON SPERLING e MOTA (2009), a importância do fósforo associa-se principalmente aos seguintes aspectos:

- O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Usualmente, o esgoto doméstico possui um teor suficiente de fósforo, mas em certos despejos industriais o teor pode ser insuficiente para o crescimento dos microrganismos;
- O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de algas, podendo, por isso, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas;
- O fósforo não apresenta implicações sanitárias na qualidade da água.

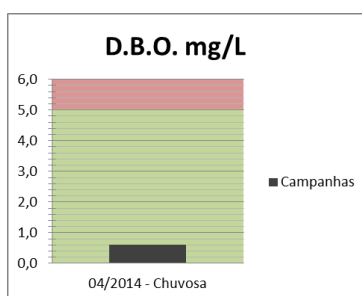
Apesar de o Fósforo poder conduzir a condições de eutrofização do ambiente, as concentrações de DBO, Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio Total demonstram que o rio analisado ainda não está em processo de eutrofização.

**Gráfico 5** - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 1ª campanha

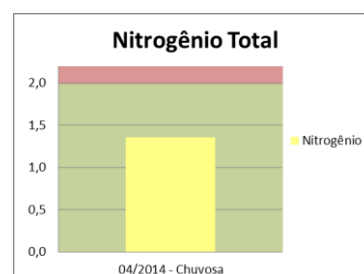


Elaboração: Érico Tavares

**Gráfico 6** - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 1ª campanha

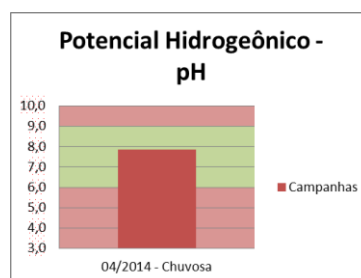
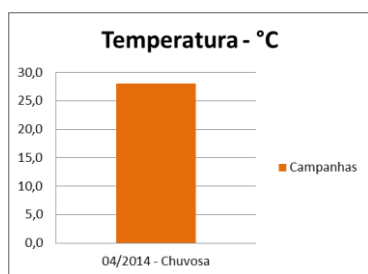


**Gráfico 7** - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 1ª campanha

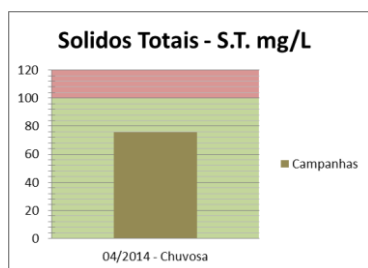


Cabe ressaltar que o volume de água do rio ajuda na depuração da poluição difusa que a população deposita no rio, amenizando as concentrações dos parâmetros analisados e consequentemente amenizando as consequências à população.

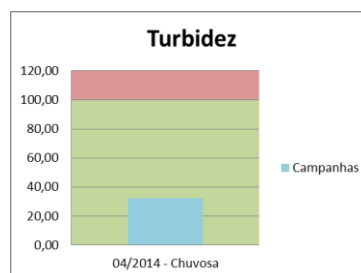
**Gráfico 8** – Temperatura da água mensurada na 1ª campanha      **Gráfico 9** - pH mensurado na 1ª campanha



**Gráfico 10** - Concentração de Sólidos Totais mensurados na 1ª campanha



**Gráfico 11** - Concentração de Turbidez mensurados na 1ª campanha



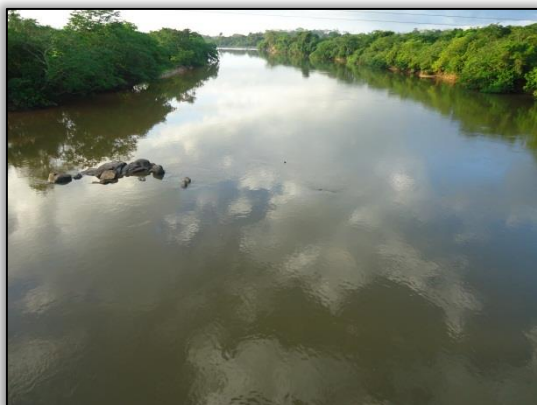
**Elaboração:** Érico Tavares

Os demais parâmetros analisados não apresentaram concentrações acima do permitido pela resolução CONAMA357/2005.

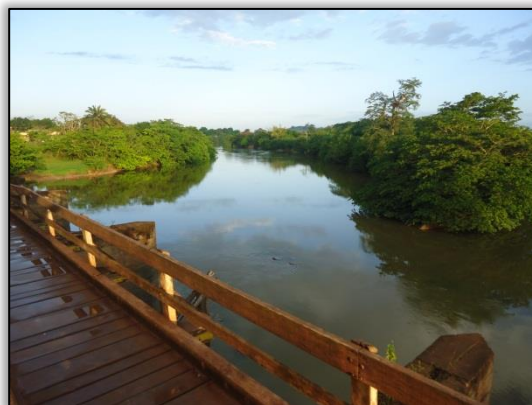
#### 4.1.2. 2ª campanha

A campanha foi realizada no princípio do período seco da região, desta forma, o dia da coleta encontrava-se ensolarado e o rio ainda encontrava-se cheio.

Em suas margens, o rio possui vegetação do tipo secundária, com alguns pontos em estágio de preservação maior, além de uma grande área substituída por vegetação rasteira, usada como pasto para os animais criados pela população local.



**Foto 24** – Rio Pacajá mais a jusante do ponto de monitoramento. Suas margens se apresentam mais preservadas que no ponto de monitoramento.



**Foto 25** – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando o volume alto de suas águas

Os pontos de acesso ao rio e as propriedades às suas margens continuam inalteradas, sem rede de coleta de esgoto e a cidade continua apenas com drenagem superficial.

As medições foram realizadas conforme a metodologia apresentada no item Monitoramento.

As amostras de água coletadas em campo foram enviadas ao laboratório, de acordo com a metodologia explanada no item Coleta de amostragem para o laboratório.

A figura tabela abaixo apresenta o resultado dos dados na amostra nesta campanha.

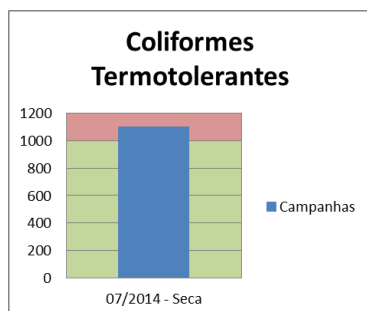
**Quadro 2** - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 2ª campanha

Campanha	Período	Curso Hídrico	Parâmetros de Qualidade de Água												
			C.T	pH	DBO	NT	PO4-T	Temp.	Turbidez	S.T.	OD	OD %	O.Gx.	IQA	Classifica
			MP/100m		MG/L	MG/L	MG/L	°C	UNT	MG/L	MG/L	Saturaç			ção
2	Seco	Rio Pacajá	1100,00	7,6	0,5	0,1	0,40	27,5	39,7	35	7,25	92,8%	0,08	75	Boa

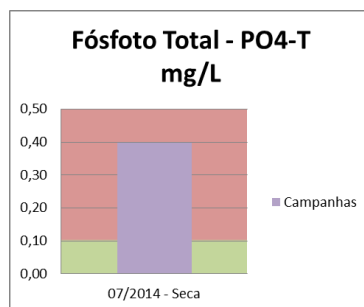
**Elaboração:** Érico Tavares

A análise dos resultados aponta que os mesmos três parâmetros da campanha passada continuavam fora dos padrões definidos para rios de classe 2 pela resolução CONAMA 357/2005, porém com alterações nas concentrações mensuradas.

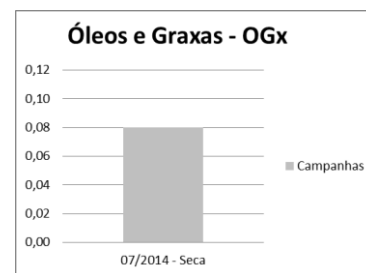
**Gráfico 12** - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 2ª campanha



**Gráfico 13** - Concentração de Fósforo Total mensurados na 2ª campanha



**Gráfico 14** - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 2ª campanha



**Elaboração:** Érico Tavares

Conforme explanado no item 2.5.1 Coliformes Termotolerante, Coliformes termotolerantes são indicadores de poluição por esgotamento doméstico e também podem indicar a existência de organismos patogênicos na água.

O padrão aceitável para óleos e graxas é o virtualmente ausente, ou seja, que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar (CONAMA 357/2005).

Em campo não foi possível verificar a presença de óleos e graxas na água, porém, resolveu-se analisar quimicamente em laboratório para definir ou não a presença destes no rio.

Nesta campanha, foi mensurada uma concentração maior de óleos e graxas que na campanha anterior (0,08 e 0,02 mg/L, respectivamente), porém ainda considerada uma concentração baixa de óleos e graxas, corroborando com a não detecção visual ou olfativa em campo.

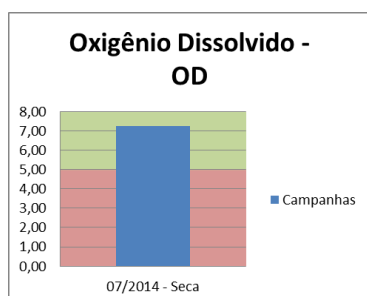
Conforme explanado na análise da primeira campanha, não é possível determinar a origem (animal, mineral ou vegetal) desses óleos e graxas.

A concentração de fósforo total na amostra também apresentou um pequeno aumento em relação a campanha passada de 0,33 mg/L, para 040 mg/L continuando a indicação de deposição de esgotamento sanitário sem tratamento no rio.

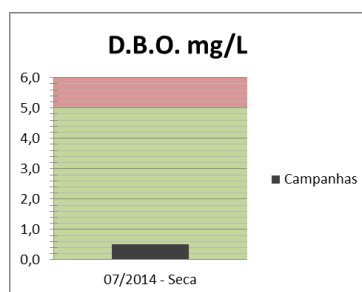
Cabe ressaltar que, apesar de o rio ainda se encontrar com uma vazão alta, ele já se encontrava em processo de diminuição do volume de água, o que pode acarretar em uma diminuição da velocidade de vazão e da capacidade de autodepuração da matéria orgânica. Outro fator que pode explicar este pequeno aumento nos níveis mensurados de fósforo e óleos e graxas é o horário em que foi realizada esta segunda coleta, horário de maior fluxo de travessias do rio pela ponte da BR-230/PA e de chegada dos moradores em suas casas após o trabalho, o que pode acarretar em um aumento no volume de esgotamento doméstico depositado no rio.

Apesar de o Fósforo poder conduzir a condições de eutrofização do ambiente, as concentrações de DBO, Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio Total demonstram que o rio analisado ainda não está em processo de eutrofização.

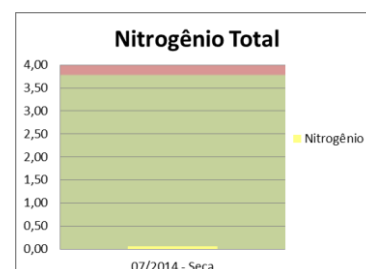
**Gráfico 15** - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 2ª campanha



**Gráfico 16** - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 2ª campanha



**Gráfico 17** - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 2ª campanha

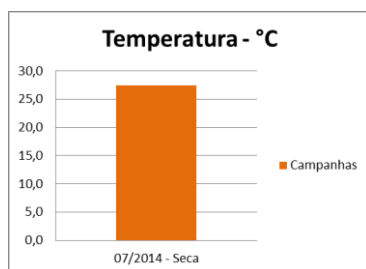


**Elaboração:** Érico Tavares

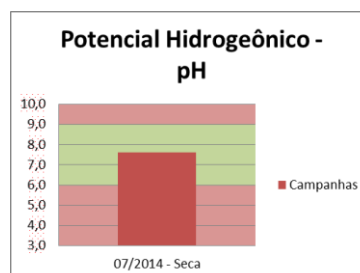
Cabe ressaltar que o volume de água do rio ajuda na depuração da poluição difusa que a população deposita no rio, amenizando as concentrações dos parâmetros analisados e consequentemente amenizando as consequências à população.



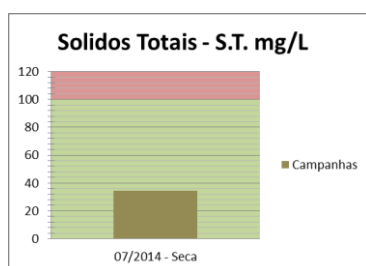
**Gráfico 18** – Temperatura da água mensurada na 2ª campanha



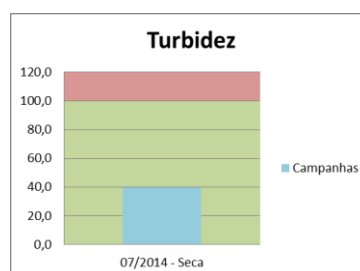
**Gráfico 19** - pH mensurado na 2ª campanha



**Gráfico 20** - Concentração de Sólidos Totais mensurados na 2ª campanha



**Gráfico 21** - Concentração de Turbidez mensurados na 2ª campanha



**Elaboração:** Érico Tavares

Aliado ao fator de autodepuração da água, a diminuição das chuvas na região com o início do período seco também influi em um melhor resultado, já que o rio não recebe a carga de águas pluviais da cidade em seu leito.

Como Pacajá só tem rede de drenagem pluvial superficial e estas águas não são tratadas antes de serem depositadas no rio, elas carregam todo tipo de fatores de poluição, como óleos combustíveis derramados pelos automóveis da cidade, esgotamento lançado a céu aberto nas ruas, material particulado e etc.

#### 4.1.3. 3ª campanha

A campanha foi realizada no período seco da região, desta forma, o dia da coleta encontrava-se ensolarado, sem indicação de chuvas nas últimas 24 horas e o rio já se encontrava com seu volume diminuído.

Em suas margens, o rio possui vegetação do tipo secundária, com alguns pontos em estágio de preservação maior, além de uma grande área substituída por vegetação rasteira, usada como pasto para os animais criados pela população local.

Nas áreas anteriormente cobertas pelas águas, existem as continuações dos acessos ao rio, com o solo exposto e no restante apresenta uma vegetação rasteira, típica de áreas alagáveis.

Não foram visualizadas praias fluviais na área de estudo.



**Foto 26** – Frascos para coleta de amostras enviadas ao laboratório em Marabá.



**Foto 27** – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando a diminuição do volume de suas águas

Os pontos de acesso ao rio e as propriedades às suas margens continuam inalteradas, sem rede de coleta de esgoto e a cidade continua apenas com drenagem superficial.

As medições foram realizadas conforme a metodologia apresentada no item Monitoramento.

As amostras de água coletadas em campo foram enviadas ao laboratório, de acordo com a metodologia explanada no item Coleta de amostragem para o laboratório.

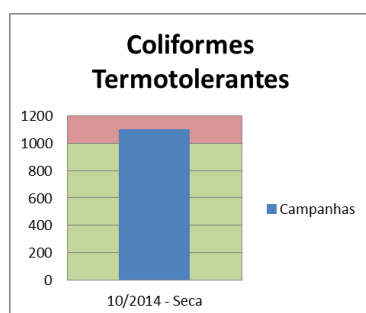
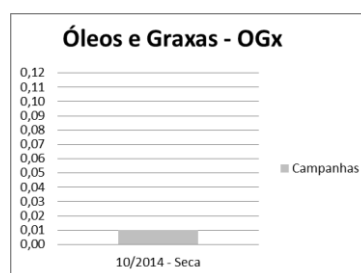
O quadro tabela abaixo apresenta o resultado dos dados na amostra nesta campanha.

**Quadro 3** - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 3ª campanha

Campanha	Período	Curso Hídrico	Parâmetros de Qualidade de Água												
			C.T	pH	DBO	NT	PO4-T	Temp.	Turbidez	S.T.	OD	OD %	O.Gx.	IQA	Classificação
			MP/100m		MG/L	MG/L	MG/L	°C	UNT	MG/L	MG/L	Saturac			
3	Seco	Rio Pacajá	1100,00	7,7	1,2	0,0	0,00	30,7	20,0	88	7,31	99,3%	0,01	79	Boa

**Elaboração:** Érico Tavares

A análise dos resultados aponta que os mesmos três parâmetros da campanha passada continuavam fora dos padrões definidos para rios de classe 2 pela resolução CONAMA 357/2005, porém com alterações nas concentrações mensuradas.

**Gráfico 22** - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 3ª campanha**Gráfico 23** - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 3ª campanha

**Elaboração:** Érico Tavares

A concentração de Coliformes termotolerantes segue inalterada entre as campanhas, o que demonstra uma poluição por esgotamento constante..

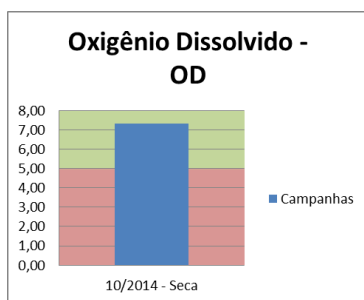
O padrão aceitável para óleos e graxas é o virtualmente ausente, ou seja, que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar (CONAMA 357/2005).

Em campo não foi possível verificar a presença de óleos e graxas na água, porém, resolveu-se analisar quimicamente em laboratório para definir ou não a presença destes no rio.

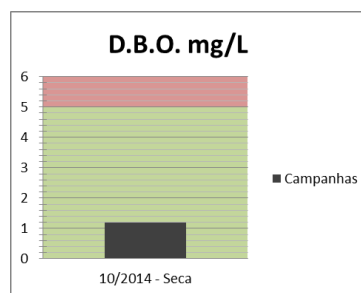
Nesta campanha, foi mensurada a menor concentração de óleos e graxas entre todas as campanhas aqui analisadas (0,01 mg/L), corroborando com a não detecção visual ou olfativa em campo.

As concentrações de DBO, Oxigênio Dissolvido e Nitrogênio Total demonstram que o rio analisado ainda não está em processo de eutrofização.

**Gráfico 24** - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 3ª campanha



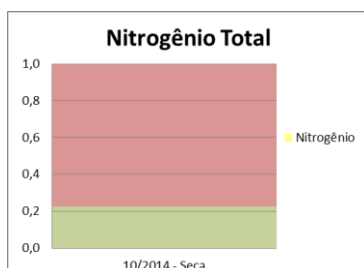
**Gráfico 25** - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 3ª campanha



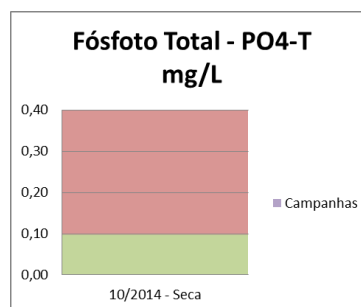
**Elaboração:** Érico Tavares

Os afloramentos presentes no leito do rio causam um efeito barreira na corrente natural do rio, ocasionando uma areação em suas águas, o que causa um aumento nas concentrações de oxigênio dissolvido na água, fator este que corrobora com as concentrações de oxigênio mensuradas até o momento.

**Gráfico 26** - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 3ª campanha



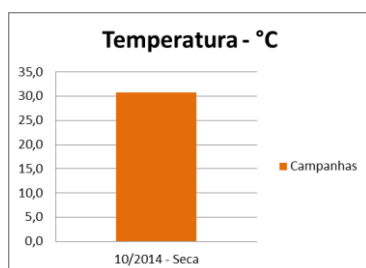
**Gráfico 27** - Concentração de Fósforo Total mensurados na 3ª campanha



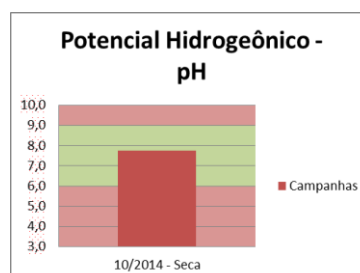
**Elaboração:** Érico Tavares

Não foram mensuradas concentrações de fósforo total e de nitrogênio total nesta campanha.

**Gráfico 28** – Temperatura da água mensurada na 3ª campanha



**Gráfico 29** - pH mensurado na 3ª campanha



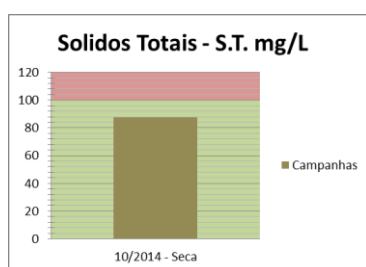
**Elaboração:** Érico Tavares

Esta campanha apresentou uma temperatura da água mais elevada em relação as outras campanhas. Este aumento da temperatura está relacionado tanto a quantidade de insolação que a região estava recebendo no momento, quanto a diminuição da vazão do rio e consequentemente da velocidade de sua corrente.

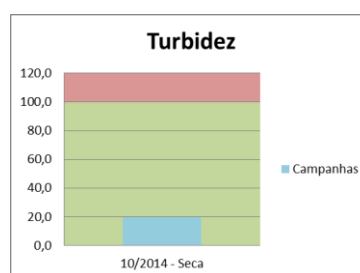
O aumento da temperatura pode acarretar tanto uma diminuição na variabilidade de espécies aquáticas que vivem no ambiente estudado quanto na diminuição do oxigênio dissolvido na água. Porém, na região amazônica é comum que no período de verão as águas se encontram mais quentes que no período de inverno e a variação térmica encontrada não foi grande o bastante para causar uma mortandade de espécies locais de peixes.

Em relação ao oxigênio dissolvido, a areação provocada pela passagem da corrente do rio pelos afloramentos rochosos presentes no seu leito ajudam a aumentar as concentrações de oxigênio na água, o que de certa forma compensa a diminuição causada pelo aumento da temperatura.

**Gráfico 30** - Concentração de Sólidos Totais mensurada na 3ª campanha



**Gráfico 31** - Concentração de Turbidez mensurada na 3ª campanha



**Elaboração:** Érico Tavares

A ausência de precipitação pluviométrica na região no período seco impede que o rio receba a carga de águas pluviais da cidade em seu leito, diminuindo consideravelmente as concentrações de turbidez. Em compensação, a diminuição do volume das águas aumenta a concentração de sólidos dissolvidos em suspensão, também provocados pela areação das águas nos afloramentos rochosos, já que esta acaba por revolver o leito do rio.

#### 4.1.4. 4ª campanha

A campanha foi realizada no período chuvoso da região, desta forma, o dia da coleta encontrava-se com nuvens esparsas, com indicação de chuvas nas últimas 24 horas. O rio se apresentava novamente cheio, com os afloramentos escondidos pelas águas.

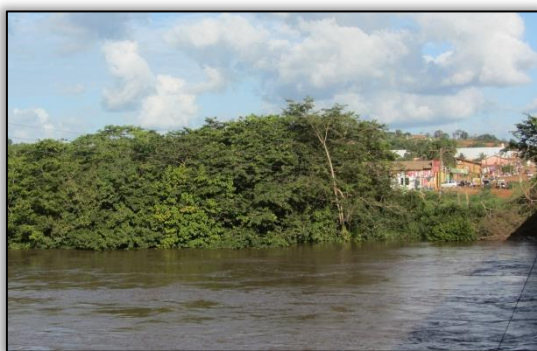
Em suas margens, o rio possui vegetação do tipo secundária, com alguns pontos em estágio de preservação maior, além de uma grande área substituída por vegetação rasteira, usada como pasto para os animais criados pela população local.



**Foto 28** – Vista da margem direita do rio, demonstrando uma grande área com vegetação rasteira e um acesso de terra às margens do rio.



**Foto 29** – Rio Pacajá visto de cima da ponte, demonstrando o rio com um alto volume.



**Foto 30** – Ocupação urbana na margem esquerda do rio.



**Foto 31** – Detalhe de ocupação urbana na margem direita do rio.

Os pontos de acesso ao rio e as propriedades às suas margens continuam inalteradas, sem rede de coleta de esgoto e a cidade continua apenas com drenagem superficial.

As medições foram realizadas conforme a metodologia apresentada no item Monitoramento.

As amostras de água coletadas em campo foram enviadas ao laboratório, de acordo com a metodologia explanada no item Coleta de amostragem para o laboratório.

O quadro tabela abaixo apresenta o resultado dos dados na amostra nesta campanha.

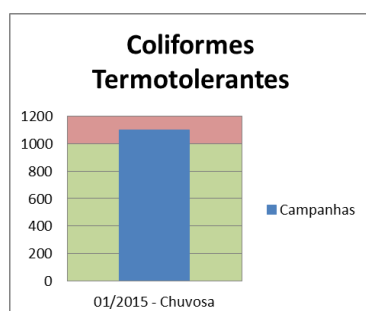
**Quadro 4** - Resultado dos parâmetros analisados na amostra na 4ª campanha

Campanha	Período	Curso Hídrico	Parâmetros de Qualidade de Água												
			C.T. MP/100m	pH	DBO MG/L	NT MG/L	PO4-T MG/L	Temp. °C	Turbidez UNT	S.T. MG/L	OD MG/L	OD % Saturaç	O.Gx.	IQA	Classificação
4	Chuvoso	Rio Pacajá	1100,00	6,7	3,9	2,9	0,08	25,0	74,5	24	5,54	67,9%	0,11	64	Media

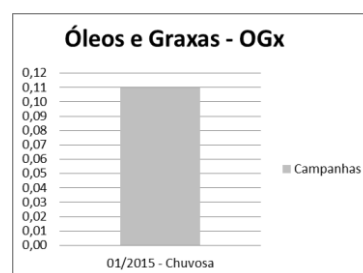
**Elaboração:** Érico Tavares

A análise dos resultados aponta que os mesmos três parâmetros da campanha passada continuavam fora dos padrões definidos para rios de classe 2 pela resolução CONAMA 357/2005, porém com alterações nas concentrações mensuradas.

**Gráfico 32** - Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurados na 4ª campanha



**Gráfico 33** - Concentração de Óleos e Graxas mensurados na 4ª campanha



**Elaboração:** Érico Tavares

A concentração de Coliformes termotolerantes segue inalterada entre as campanhas, o que demonstra uma poluição por esgotamento constante.

O padrão aceitável para óleos e graxas é o virtualmente ausente, ou seja, que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar (CONAMA 357/2005).

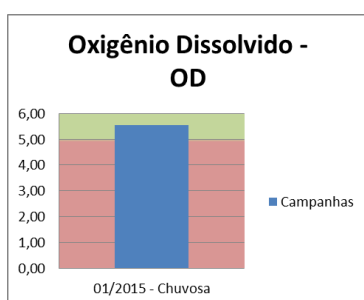
Em campo não foi possível verificar a presença de óleos e graxas na água, porém, resolveu-se analisar quimicamente em laboratório para definir ou não a presença destes no rio.

Nesta campanha, foi mensurada a maior concentração de óleos e graxas entre todas as campanhas aqui analisadas (0,11 mg/L), porém esta ainda é uma concentração considerada ínfima, corroborando com a não detecção visual ou olfativa em campo.

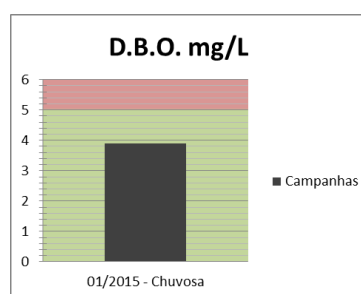
As concentrações de DBO e nitrogênio Total foram as maiores mensuradas para este trabalho, em consequência, as concentrações de Oxigênio Dissolvido foram as menores mensuradas nestas 4 campanhas. Isso demonstra que um parâmetro está diretamente ligado ao outro.

Os valores mensurados, apesar de ainda se encontrarem dentro dos limites aceitáveis estabelecidos pela resolução 357/2005 do CONAMA, são parâmetros a serem observados e controlados, pois demonstram que nos primeiros meses do inverno amazônico, o processo de “limpeza” do solo, natural ou antropizado, pode acarretar no carreamento de vários contaminantes para a água, propiciando a um possível estado de eutrofização da água, caso não haja controle.

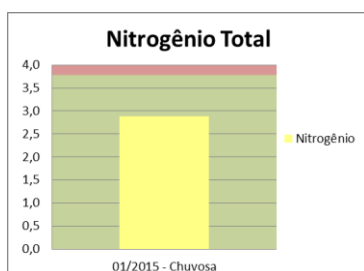
**Gráfico 34** - Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurados na 4ª campanha



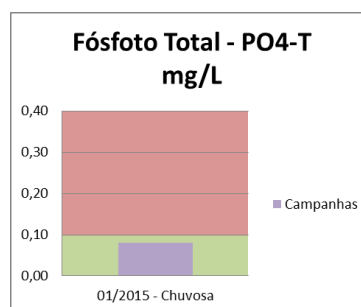
**Gráfico 35** - Concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO mensurados na 4ª campanha



**Gráfico 36** - Concentração de Nitrogênio Total mensurados na 4ª campanha



**Gráfico 37** - Concentração de Fósforo Total mensurados na 4ª campanha

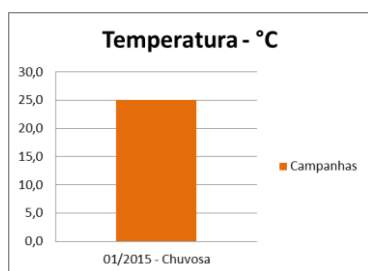


**Elaboração:** Érico Tavares

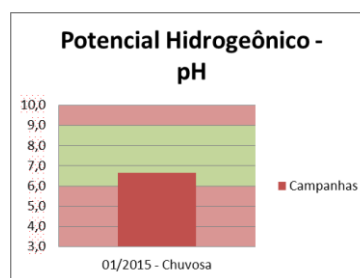


A concentração de fósforo, apesar de ainda estar dentro dos limites aceitáveis mostra um aumento em relação à campanha passada, se encaminhado novamente para o nível considerado como padrão para as águas.

**Gráfico 38** – Temperatura da água mensurada na 4ª campanha



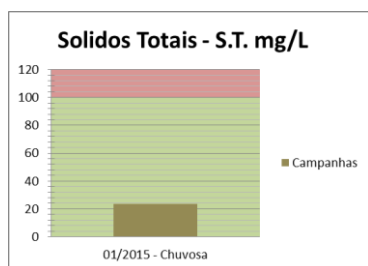
**Gráfico 39** - pH mensurado na 4ª campanha



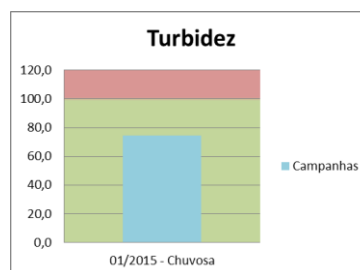
**Elaboração:** Érico Tavares

A temperatura da água volta aos padrões antes medidos, porém um pouco mais frias que nas outras campanhas. Isso se deve a região ter sofrido constantes chuvas no período da campanha, diminuindo as horas e a intensidade da insolação direta na água.

**Gráfico 40** - Concentração de Sólidos Totais mensurada na 4ª campanha



**Gráfico 41** - Concentração de Turbidez mensurada na 4ª campanha



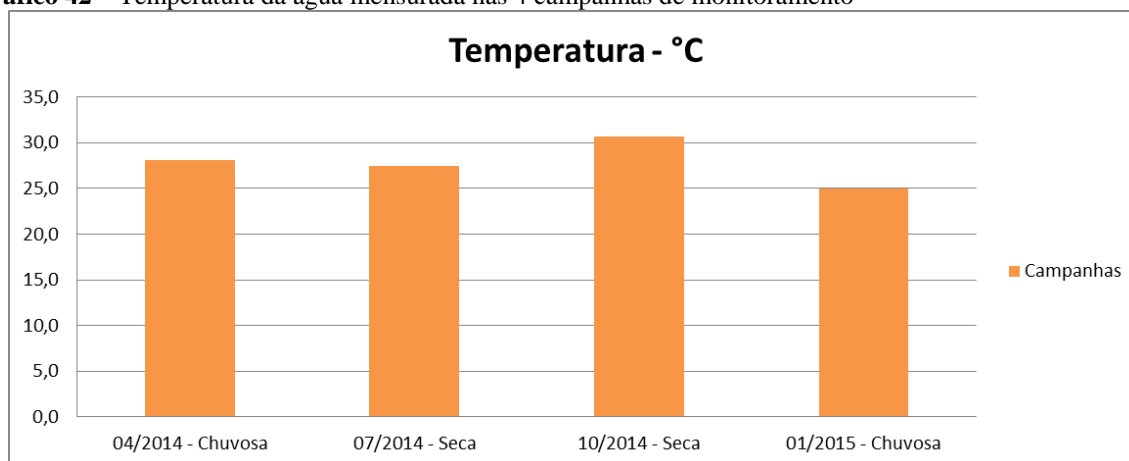
**Elaboração:** Érico Tavares

Diferentemente da campanha passada, a precipitação pluviométrica na região no período inunda o rio de águas pluviais da cidade em seu leito, aumentando consideravelmente as concentrações de turbidez. Em compensação, o aumento do volume das águas diminui a concentração de sólidos dissolvidos em suspensão, já que a areação das águas nos afloramentos rochosos já não revolve tanto o leito do rio.

## 4.2. Padrão de comportamento dos parâmetros analisados

### 4.2.1. Temperatura

**Gráfico 42** – Temperatura da água mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

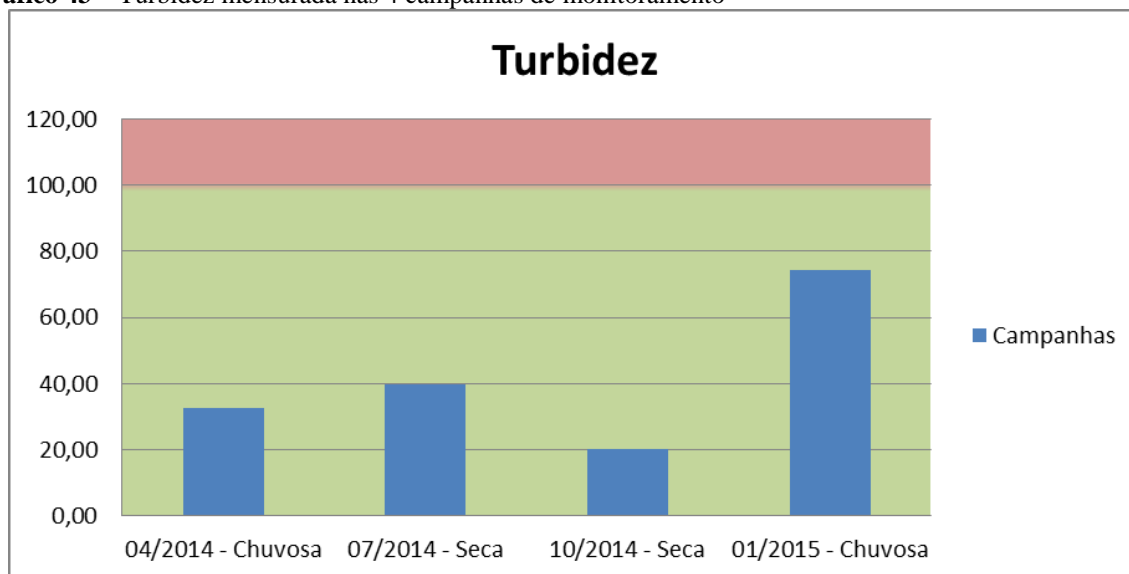
A temperatura torna-se um fator importante para a região de estudo já que quanto maior a temperatura da amostra, maior a probabilidade deste ambiente se desenvolver para um ambiente eutrofizado.

A variação da temperatura está diretamente ligada a quantidade de radiação da luz solar que ela recebe. Desta forma, é normal que em dias com insolação máxima, no período seco a temperatura se apresente um pouco acima da medida em outros períodos, como é o caso da 3ª campanha. Já em épocas onde a nebulosidade na região é maior, aliada a precipitação pluviométrica que influi na dinâmica da água, é esperado que a temperatura se encontrasse um pouco abaixo que em outras épocas, como foi o caso da 4ª campanha.

Cabe ressaltar que a variação máxima da temperatura mensurada neste trabalho foi de 5,7°C, não sendo então uma variação nociva as espécies nativas daquele ambiente aquático.

#### 4.2.2. Turbidez

**Gráfico 43** – Turbidez mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

O rio Pacajá apresentou uma turbidez média maior no período chuvoso que no período seco. Apenas com os resultados destas quatro campanhas, influi-se que em períodos em que a região sofre com precipitação pluviométrica a água do rio se torna mais turva. No instante posterior a uma chuva a turbidez se apresenta maior, diminuindo com o passar do tempo. Isso significa que a chuva carrega ao rio materiais que deixam a água mais turva.

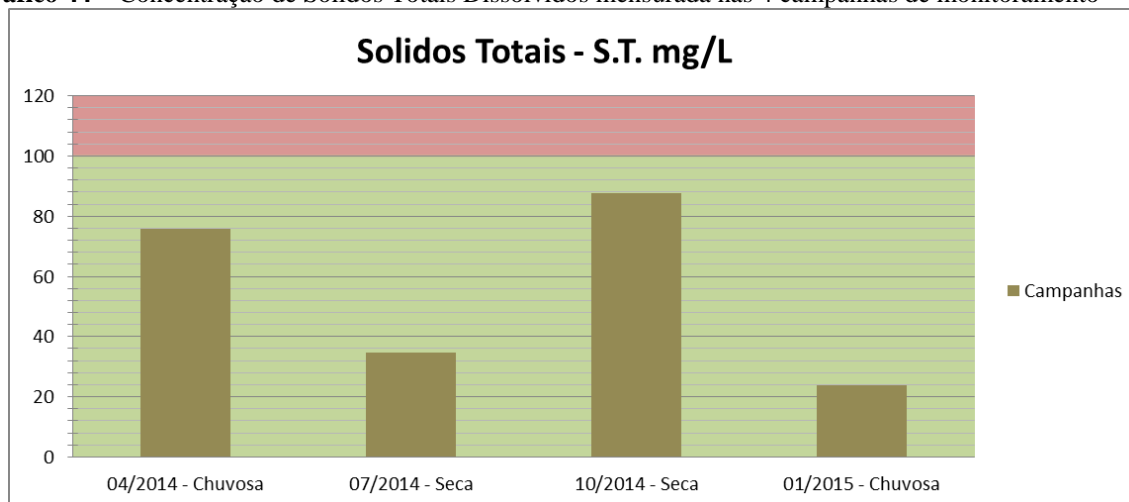
Apesar de a concentração de sólidos totais na água ser uma das causas no aumento da turbidez, a análise dos dados exclui essa possibilidade, já que a turbidez da água e a concentração de sólidos totais dissolvidos foi inversamente proporcional. Essa discordância pode ser atribuída ao tamanho e natureza das partículas que afetam diretamente o valor da turbidez (TEIXEIRA e SENHORELO, 2000)

Isso influi que a turbidez no rio Pacajá pode ser causada tanto por causas naturais do corpo hídrico, como o alagamento de áreas ribeirinhas na época chuvosa, aumentando a concentração de vegetação sobreposta pela água, tanto pela deposição de esgoto doméstico e de águas pluviais da cidade no leito do rio.

Cabe ressaltar que em todas as amostras, os níveis de turbidez mensurados se encontraram abaixo do valor máximo permitido pelo CONAMA.

#### 4.2.3. Sólidos Totais Dissolvidos

**Gráfico 44** – Concentração de Sólidos Totais Dissolvidos mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

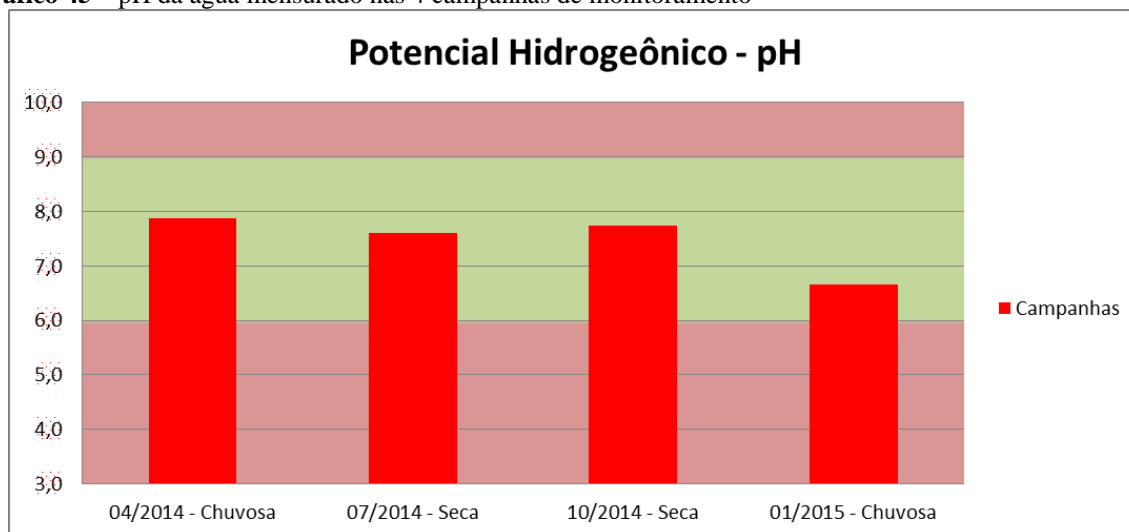
A concentração de sólidos totais apresentou padrão contrário ao apresentado pela turbidez. A concentração média em períodos secos foi maior que em períodos chuvosos, atingindo seu ápice na campanha em que o rio se encontrava com o menor volume dentre as quatro campanhas executadas.

Esse fenômeno pode ser explicado pela areação das águas dos rios no período seco, já que os afloramentos rochosos que emergem das águas no período seco funcionam como obstáculos naturais às correntes das águas, causando o revolvimento da água em direção ao leito do rio, o que suspende partículas sólidas do leito que se dissolvem na água.

Cabe ressaltar que o menor volume da água também influi para estes resultados, já que se considerarmos a água como uma solução química e que as partículas sólidas dissolvidas como sais, a água funciona como solvente e os sólidos como solutos. Quanto menor a proporção de solvente na solução, maior a concentração do soluto nela, ou seja, quanto menor a quantidade de água, maior a quantidade de sólidos totais.

#### 4.2.4. Potencial Hidrogeniônico – pH

**Gráfico 45** – pH da água mensurado nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

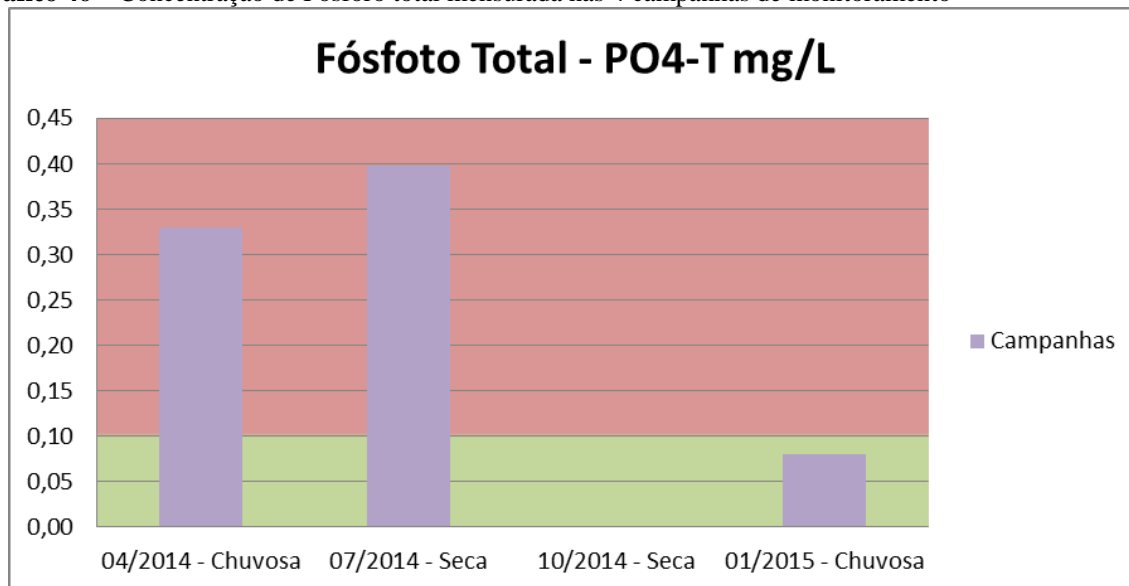
O pH pode estar associado ao consumo de  $\text{CO}_2$  na água. Von Sperling (1995), que um Ph básico pode estar associado a presença de algas e vegetação aquática na água, o que eleva o consumo de  $\text{CO}_2$  e consequentemente aumenta o pH da água.

Também existe relação entre a precipitação pluviométrica e a acidez da água, conforme afirmado por Pereira (2004), teoria corroborada pelos resultados mensurados, já que na campanha em que a região sofria com maiores precipitações pluviométricas foi a campanha em que as águas do rio apresentaram o menor pH.

Cabe ressaltar que o pH entre variando na faixa entre 6 e 9 é considerado o ideal para a vida aquática.

#### 4.2.5. Fósforo Total

**Gráfico 46** – Concentração de Fósforo total mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

A disponibilidade do fósforo na água depende da interação entre os sedimentos e a água. O fósforo aparece em águas naturais devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários.

Existe uma particularidade entre as concentrações de fósforo e nitrogênio mensuradas neste trabalho. Na campanha em que o rio se encontrava com o menor volume de água, não foi mensurada nenhuma concentração de fósforo. Partindo do princípio que esta foi a última campanha do período seco e observando as concentrações mensuradas nas demais campanhas, podemos observar que a concentração de fósforo está ligada ao balanço hídrico da região. Na campanha em que o rio estava em déficit hídrico já a alguns meses, não foi mensurada nenhuma concentração do fósforo na amostra, assim como de nitrogênio.

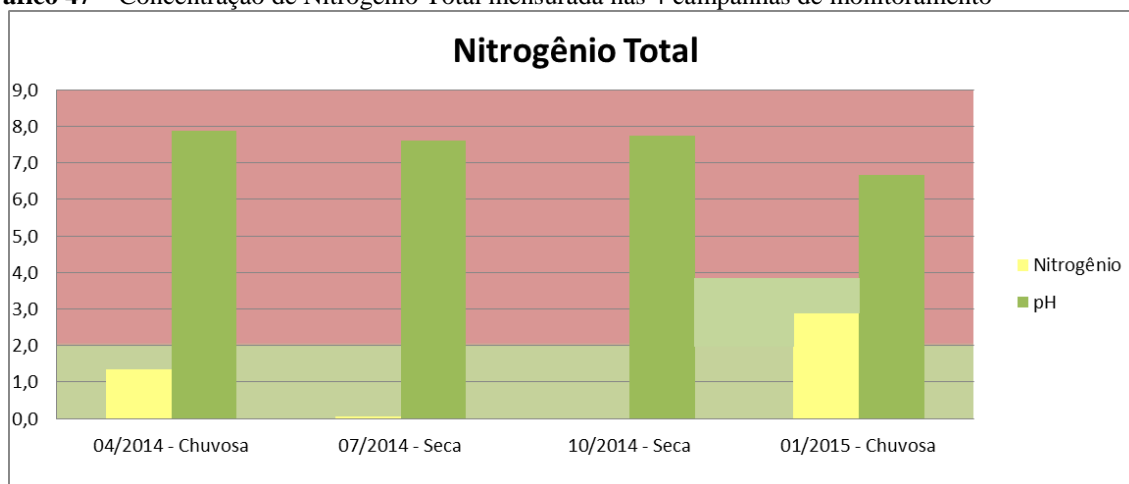
A quarta campanha foi realizada no período de recuperação hídrica da região e, concomitantemente, foi mensurada uma concentração de fósforo já em crescimento, mas ainda dentro dos padrões aceitáveis pelo CONAMA.

As primeiras e segundas campanhas representam, respectivamente, às épocas de excedente hídrico e início da retirada deste excedente, sendo as campanhas que apresentaram as maiores concentrações de fósforo total mensuradas.

Aliado ao fator natural da área em relação ao comportamento ligado ao balanço hídrico da região tem-se como principal fator humano a deposição e esgotamento sanitário no leito do rio. Como a cidade de Pacajá não possui rede de coleta de esgoto, este escorre pelas ruas da cidade e, com as chuvas, é carreado para o interior do rio.

#### 4.2.6. Nitrogênio Total

**Gráfico 47** – Concentração de Nitrogênio Total mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

O nitrogênio pode estar presente na água sob várias formas: molecular, amônia, nitrito, nitrato. É um elemento indispensável ao crescimento de algas, mas, em excesso, pode ocasionar a eutrofização do ambiente.

As principais causas do aumento do nitrogênio na água são esgotos domésticos e industriais, fertilizantes, excrementos de animais.

Conforme explanado no item 2.4.2 - Nitrogênio Total, o valor máximo de Nitrogênio Total é diretamente ligado ao pH medido na água. Na amostras com o pH entre 7,5

e 8, a concentração máxima aceitável é de 2,0 mg/L de água e na amostra com o pH abaixo de 7,5, a concentração máxima é de 3,7 mg/L.

Vale ressaltar que o pH registrado no corpo hídricos amostrado é menor que 8,0, e portanto a forma de amônia predominante no ponto é a ionizada  $\text{NH}_4^+$ .

Em todas as amostras, as concentrações de nitrogênio total ficaram dentro dos parâmetros aceitáveis pelo CONAMA, porém cabe discutir o padrão encontrado nas concentrações medidas.

As maiores concentrações forma mensuradas nas campanhas realizadas no período chuvoso e a amostra com a maior concentração coincidiu, novamente, com o a campanha realizada no período de maior incidência de chuva na região.

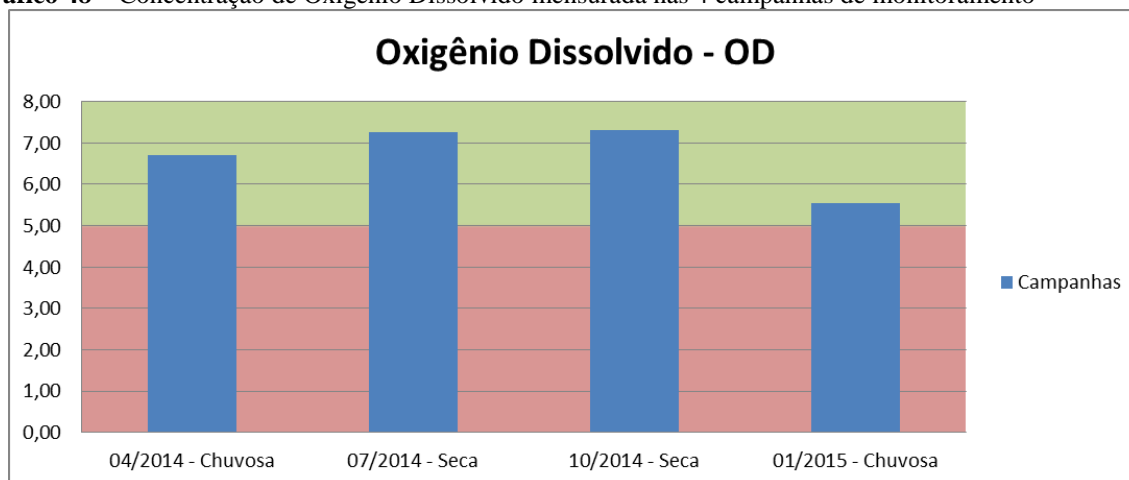
Esta amostra só não ultrapassou o limite, pois, seu pH diminui em relação as outras campanhas. Este maior nível é diretamente interligado ao carreamento das águas pluviais drenadas da área urbana para o rio. Como a cidade de Pacajá não possui rede de coleta de esgoto, este escorre pelas ruas da cidade e, com as chuvas, é carreado para o interior do rio.

Esta situação, corroborada pelo padrão de concentração de oxigênio dissolvido e de DBO, é a o principal fator alteração na qualidade da água.



#### 4.2.7. Oxigênio Dissolvido

**Gráfico 48** – Concentração de Oxigênio Dissolvido mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

A concentração de oxigênio dissolvido no rio Pacajá é diretamente ligada ao volume de água do rio.

Nas campanhas do período seco, onde o volume do rio foi caindo e as correntes das águas começaram a sofrer influência dos afloramentos rochosos presentes em seu leito, apresentaram as maiores concentrações de oxigênio dissolvido.

Os afloramentos presentes no leito do rio causam um efeito barreira na corrente natural do rio, ocasionando uma areação em suas águas, o que causa um aumento nas concentrações de oxigênio dissolvido na água, fator este que corrobora com as concentrações de oxigênio mensuradas até o momento.

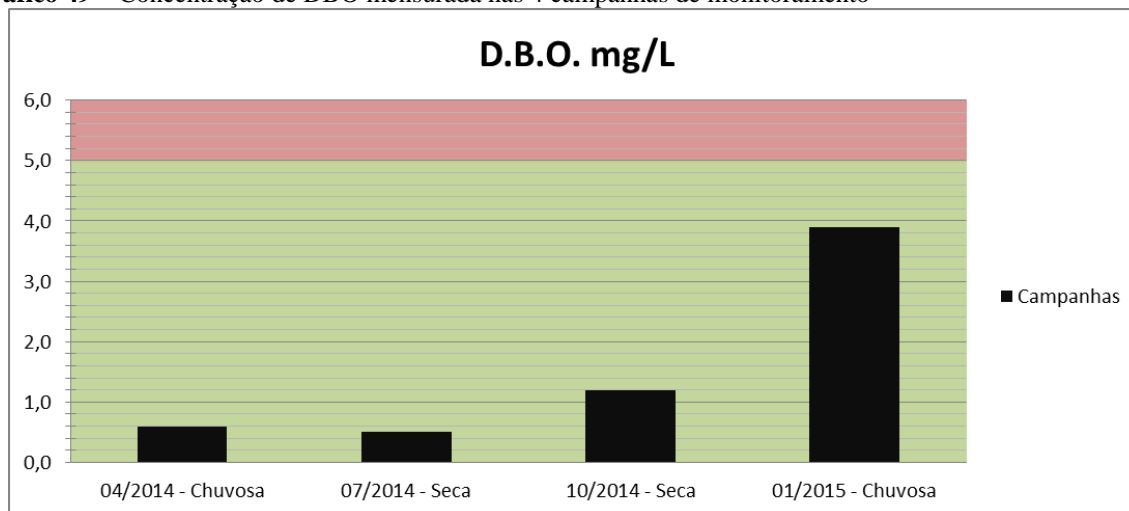
Provavelmente influenciadas pela areação da água sofrida nesses afloramentos, seja em maior ou menor intensidade nos períodos secos e chuvosos, respectivamente, todas as amostras apresentaram concentrações de oxigênio acima do mínimo aceitável pelo CONAMA.

A concentração de oxigênio propicia o desenvolvimento de vida aquática no ambiente, principalmente de peixes. A população de Pacajá tem o rio como um dos principais provedores de proteína animal em sua dieta, já que a pesca no rio é uma das principais

atividades dos moradores da área urbana, sendo o peixe local um insumo importante na dieta local da população.

#### 4.2.8. Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO<sup>5</sup><sub>20°</sub>

**Gráfico 49** – Concentração de DBO mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

Um dos principais parâmetros para mensurar a poluição das águas e inversamente proporcional a concentração de oxigênio na água, as concentrações de DBO mensuradas estão abaixo do limite máximo aceitável pelo CONAMA.

As três primeiras campanhas apresentaram concentrações baixas, relacionadas as concentrações de oxigênio mensuradas. Já a ultima campanha apresentou a maior concentração de DBO ao mesmo tempo em que apresentou a menor de oxigênio dissolvido, conforme já discutido no item anterior.

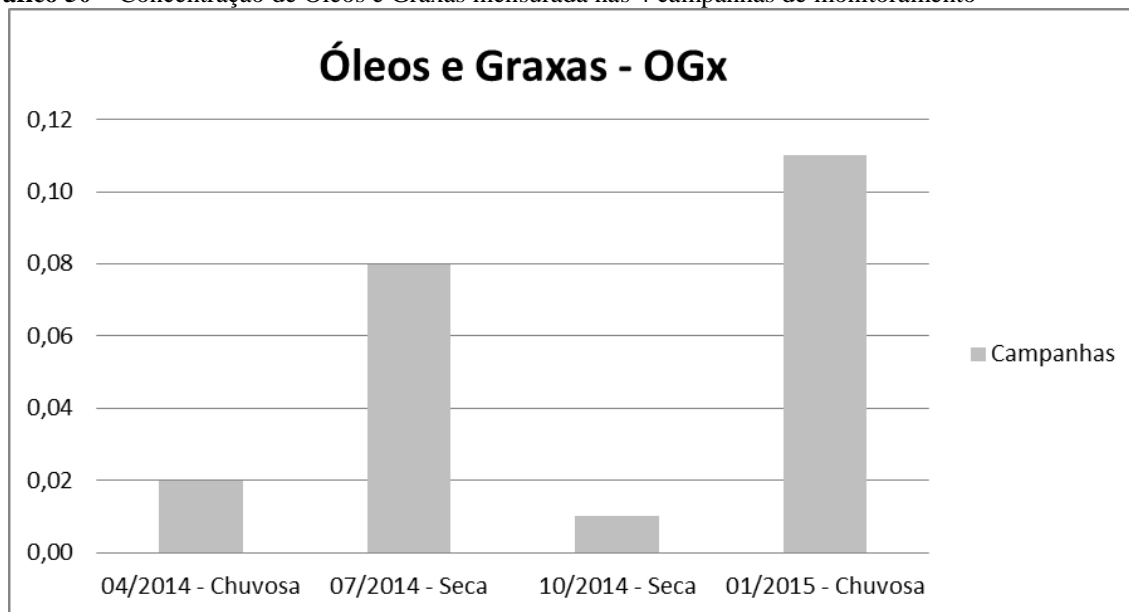
A DBO é indicador da presença de material biológico consumidor de oxigênio e suas medidas estão em consonância com o mensurado de oxigênio, o que comprova a eficácia dos métodos utilizados neste trabalho.

Novamente e em consonância com os outros parâmetros aqui já discutidos, podemos inferir que o carreamento de matéria orgânica para as águas do rio, provenientes de

esgotamento sanitário, sejam eles depositados diretos nos rios ou carreados pelas águas pluviais, é o principal fator de poluição das águas no rio.

#### 4.2.9. Óleos e Graxas

**Gráfico 50** – Concentração de Óleos e Graxas mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

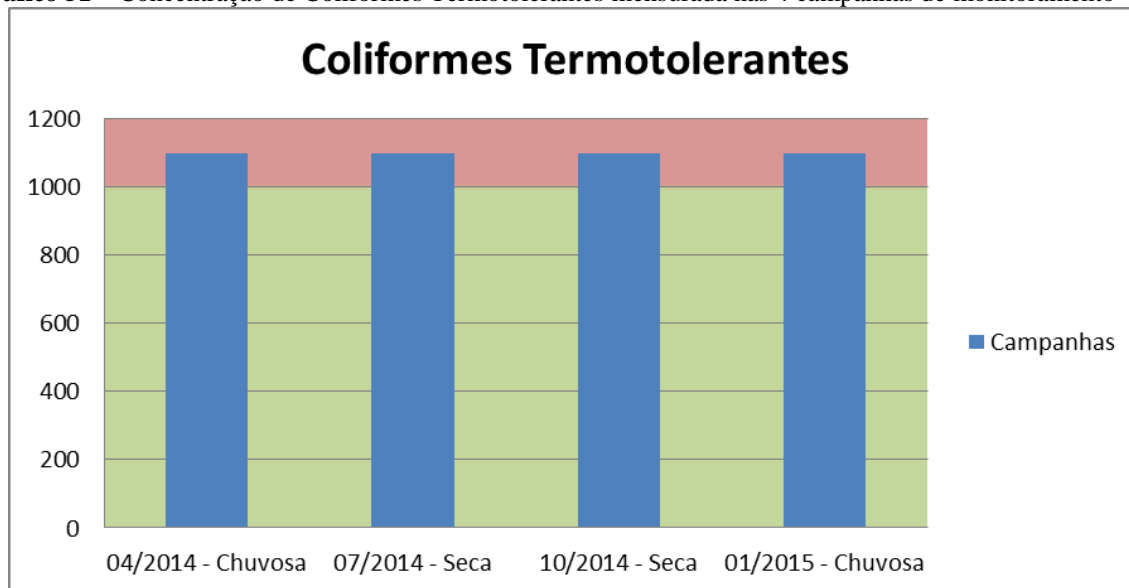
Apesar de virtualmente ausente no rio em todas as campanhas, conforme explanado, a maior concentração mensurada, mesmo ela sendo considerada baixa, foi na 4ª campanha.

Conforme antes já explanado, esta campanha foi realizada em período de precipitação pluviométrica intensa na região, com chuvas momentos antes da coleta e monitoramento. Desta forma, o volume de óleos e graxas carreado para o rio com pelas águas pluviais pode ter intensificado a concentração mensurada.

Apesar disso, cabe ressaltar que a metodologia usada para mensurar este parâmetro não permite identificar se estes são provenientes de fontes animais ou minerais, sintéticas ou naturais, não sendo então correto afirmar que a única forma de contaminação presente seja pela ação antrópica.

#### 4.2.10. Coliformes Termotolerantes

**Gráfico 51** – Concentração de Coliformes Termotolerantes mensurada nas 4 campanhas de monitoramento



**Elaboração:** Érico Tavares

Este é o único parâmetro que apresentou concentrações acima do permitido pelo CONAMA em todas as amostras.

Todas as amostras apresentaram concentrações de 1.100 coliformes termotolerantes em 100 ml de água, 100 acima do permitido. O fato de todas as amostras apresentarem a mesma concentração corrobora a teoria do depósito de esgotamento sanitário *in natura* no rio de forma contínua, demonstrando não ser algo pontual ou accidental.

Partindo do princípio que as concentrações de coliformes termotolerantes no local de coleta são constantes e adotando a hipótese de se mensurar esta mesma concentração, no mesmo horário e no mesmo local semanalmente, apesar de a concentração se encontrar apenas um pouco acima do permitido, este rio também é usado para recreação humana com contato primário e, para esta atividade, o CONAMA delimita que a água é imprópria para o banho, tanto pela concentração de coliformes quanto pela deposição de esgotamento sanitário sem tratamento no rio.

Outro fator que influi para a constante concentração de coliformes fecais na água em todas as campanhas é a disposição de fezes animais nas margens do rio, que por vez são transportadas para o leito do rio. Apesar de o local de coleta ser inserido na área urbana do município, a população ainda mantém hábitos rurais, como a criação de gado e equinos em suas próprias residências e esses circulam livremente, principalmente pelas margens do rio, utilizando sua vegetação rasteira como pasto e o próprio rio como fonte de água para sua dessedentação.

Como coliformes são indicadores de microrganismos possivelmente patogênicos na água, é possível inferir que há risco para a população que o usa constantemente.

#### **4.3. Índice de Qualidade da Água – IQA**

A qualidade da água é definida por um conjunto de parâmetros de qualidade mensuráveis, de natureza física, química e biológica. Estas características, se mantidas dentro de certos limites, viabilizam determinados usos aos qual o corpo de água foi destinado conforme a classificação das águas do território nacional estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005, de 17 de março de 2005.

Indicar a qualidade da água em um índice numérico único apresenta grande vantagem, por ser facilmente entendido, pois os resultados são expressos em números adimensionais entre zero e cem. O índice aqui apresentado, utiliza 9 (nove) parâmetros que indicam principalmente poluição por esgotos de origem doméstica relacionados com a possibilidade de tratamento dessas águas para consumo humano, porém pode também ser aplicado na avaliação do desempenho de medidas de controle de lançamentos pontuais e difusos de esgotos domésticos na bacia hidrográfica.

O Índice de Qualidade das Águas (IQA), adotado revelou que o rio monitorado apresenta uma boa qualidade de água. Apenas na última campanha apresentou uma queda

acentuada na qualidade de sua água. No Quadro 5 é apresentada a matriz de cálculo do IQA para as 4 campanhas realizadas.

O Gráfico 52 apresenta uma distribuição comparativa dos valores de IQA para o corpo hídrico analisado, onde se pode evidenciar que na 3ª campanha, a última da época seca, apresentou o melhor IQA dentre todas as amostradas e, inversamente, a última campanha realizada, a primeira após o período seco, apresentou o pior IQA, influenciado pela alta dos índices de DBO, nitrogênio e o decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido na água, principalmente.



## 5. CONCLUSÕES

Observa-se na área a ocorrência de grande número de impactos ambientais de origem antrópica, consequência do crescimento da área urbana sem estrutura de saneamento.

A poluição é efeito de ação antrópica, oriunda da área urbana que usa o rio em sua volta de diversas formas, desde captação de água para o consumo como despejo de efluentes sanitários.

A redução dessas fontes geralmente requer mudanças nas práticas de uso da terra e na melhoria de programas de educação ambiental.

A principal fonte de poluição do rio Pacajá em seu curso que cruza a área urbana de Pacajá é o despejo de efluentes sanitários sem tratamento no corpo hídrico, entretanto, a poluição nem sempre é causada pelos esgotos domésticos e despejos industriais não tratados.

As concentrações de coliformes termotolerantes mensuradas estavam acima do permitido pelo CONAMA (2005) em todas as campanhas, porém sem variação entre as campanhas, demonstrando que o depósito de esgotamento sanitário no rio é contínuo e não pontual ou acidental.

A presença de fósforo no rio esta diretamente ligada à variação volumétrica das águas do rio. As concentrações de fósforo total mensuradas estavam acima do permitido pelo CONAMA (2005) nas duas primeiras campanhas. Na terceira campanha, que encontrou o rio com seu menor volume de água, não foram mensuradas concentrações de fósforo na água e na ultima campanha, onde o rio encontrava-se com o volume de suas águas em constante crescimento, já foram mensuradas concentrações de fósforo novamente, porém dentro do limite permitido pelo CONAMA (2005).



Atualmente sabe-se que parte dessa poluição gerada em áreas urbanas tem origem no escoamento superficial em áreas impermeáveis (pavimentação, construções, impermeabilização, entre outros). Dessa maneira, uma parcela significativa de poluição é carregada pelo escoamento ao encontro do rio.

Nas quatro campanhas realizadas, foi verificado que quando a precipitação pluviométrica na região aumenta, aumentam as concentrações de Turbidez, nitrogênio Total, DBO e Óleos e Graxas, além da diminuição das concentrações de oxigênio dissolvido na água, causadas pelas águas pluviais da cidade que são carregadas para o rio.

Consequentemente, o índice de qualidade da água também sofreu uma queda visível na campanha em que a região sofreu com volumes maiores de chuva.

### **5.1. Recomendações para amenizar os efeitos da poluição e melhorar a qualidade da água do rio Pacajá.**

A principal medida para melhorar condição da água do rio Pacajá e, consequentemente, melhorar a qualidade de vida da população de Pacajá é um planejamento de ações visando uma melhor gestão do espaço.

Desta forma, é necessária uma gama de ações para melhorar o cotidiano da população do município:

- Recuperar a área de preservação permanente do rio;
- Tratar a água antes de distribuir para a população;
- Instalar rede de esgoto conectada a todos os domicílios da cidade;
- Tratar o esgoto da cidade antes da destinação final no rio;
- Instalar rede de águas pluviais na cidade;
- Coletar, manejar e destinar satisfatoriamente o lixo comum urbano;
- Construir de um aterro sanitário.

- Educação ambiental com a população

Nas áreas não ocupadas, nas expansões urbanas e nas áreas de urbanização não consolidada é necessário planejamento multidisciplinar para o correto manejo, uso e ocupação da terra, confeccionando e atualizando o PDOT, e sempre fiscalizando sua correta execução, além de outras ações como:

- Exigir plano urbanístico para autorização ou legalização de novas áreas urbanas, e fiscalizando o seguimento deste plano;
- Exigir e providenciar, quando de sua competência, redes de abastecimento, redes de esgoto e rede de águas pluviais condizentes com o tamanho da população, que se estima para essas áreas;
- Exigir, manter e fiscalizar áreas verdes, matas de galeria e ciliares, para diminuir o impacto humano na área; e
- Retirar comunidades assentadas em locais de risco ou impróprios para urbanização.

#### 5.1.1. Recuperação da área de preservação permanente do Rio Pacajá

O meio natural é a forma mais perfeita de amenizar esses efeitos. A manutenção das áreas de preservação permanente é fator determinante para diminuir o escoamento superficial das águas pluviais. Uma área com a vegetação preservada absorve mais água para o solo e a própria vegetação diminui a velocidade das águas que descem em direção aos rios das bacias hidrográficas.

#### 5.1.2. Tratamento da água distribuída à população para consumo

O consumo de água tratada é a forma mais eficiente de se evitar doenças como a diarreia infecciosa, esquistossomose, cólera e etc.

É recomendável que a prefeitura instale estações de tratamento de água e as conecte a rede de abastecimento da cidade.

#### 5.1.3. Instalar rede coletora e de tratamento de esgoto urbano

A instalação de rede coletora de esgotamento doméstico e seu respectivo tratamento é uma das principais medidas para melhorar a qualidade da água do rio Pacajá. A instalação da rede impedirá o descarte de esgoto em céu aberto, contribuindo não só para impedir a poluição do rio, como também a poluição do solo, além de melhorar a condição de saúde da população, diminuindo os gastos governamentais com atendimentos na rede de saúde pública relacionados a problemas de saúde causados pela falta de saneamento básico.

#### 5.1.4. Instalar rede de águas pluviais

A instalação de rede de águas pluviais é em conjunto com a instalação e tratamento de rede de esgoto, uma das principais ações para amenizar a poluição do rio.

Conforme explanado na análise dos dados, um dos principais veículos de poluição do rio na cidade de Pacajá é o escoamento de águas pluviais diretamente para o rio, que carrega toda uma gama de poluentes existentes na área da cidade para o rio sem nenhum tratamento.

Essa medida pode amenizar a piora na qualidade da água nos períodos de precipitação pluviométrica mais intensa, conforme explanado na análise dos dados.

#### 5.1.5. Coleta, segregação, manejo e destinação final satisfatória do lixo urbano e construção do aterro sanitário municipal

Para se evitar que se despeje lixo no rio, assim como evitar a contaminação do solo próximo ao rio e de seu lençol freático, a autoridade municipal deve elaborar e instalar uma política de resíduos sólidos, onde este deverá ser coletado periodicamente em todos os

domicílios da cidade, segregado entre lixo seco e lixo orgânico com fins de reciclagem e reaproveitamento, manejado com equipamentos próprios para isso, como caminhões preparados, usinas de separação e reciclagem e encaminhado todo o material não reaproveitável para aterro sanitário licenciado pela autoridade estadual.

A construção deste aterro deve seguir as recomendações da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

#### 5.1.6. Ações de Educação Ambiental com a população local

É preciso também um plano de educação ambiental para a população, informando-a os males e perigos de se jogar lixo e esgoto nas ruas e nos rios, tornando assim o ato de se preservar o espaço urbano e o meio ambiente um ato de cidadania, obrigação de todos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. 1987a. NBR9897. **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT. 1987b. NBR9898. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Caracterização das Bacias Hidrográficas**. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 28 de abril de 2015a.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS - ANA. **Indicadores de Qualidade- Índice de Qualidade das Águas (IQA)**. Disponível em: <[http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#\\_ftn2](http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn2)>. Acesso em: 29 de abril de 2015b.

APHA – AWWA- WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 19th edition. Wasghington D.C. American Public Health Association.1995.953p

AWWA – American Water Works Association. 2005. **Standard Methods for Examination of Water and WasteWater**. 18Th. Washington: American Public Health Association, p. 9-26.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2ª ed. Trad. RECIO M.A.L. e CARRERA L.C.M. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARCELOS, R. T.; FERREIRA, O. M. **Os impactos do lançamento dos efluentes das lavanderias no córrego Barro Preto do município de Trindade – GO**, 2009. Disponível em:

<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/arquivosupload/36/file/os%20impactos%20do%20lan%c3%87amento%20dos%20efluentes%20das%20lavanderias%20no%20c%c3%93rrego%20barro%20preto%20do%20munic%c3%8dpiu%20de%20trindade-go.pdf>. Acesso em 25/05/2015

BETTEGA, J. M. R.; *et al.* Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 950-954, set./out. 2006.

BRASIL. **Lei Federal Nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1 da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional de Meio Ambiente/CONAMA. **Resolução Nº 357**. Brasília, 17 de março de 2005.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional de Meio Ambiente/CONAMA. **Resolução Nº 20**. Brasília, 18 de junho de 1986.

BRITO, L. T. L. **Avaliação dos impactos das atividades antrópicas sobre os recursos hídricos da bacia do Salitre- Bahia e classificação das fontes hídricas.** Universidade Federal de Campina Grande, 2003.184p. (Tese Doutorado).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem, apêndice “A” In Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo,** 2009. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/agua/aguas-superficiais/variaveis.pdf>>. Acesso em 25/05/2015.

CORRÊA, R. L. **O espaço urbano.** São Paulo. Ática, 1995.

CUNHA. H.B.; PASCOALOTO, D. 2006. **Hidroquímica dos rios da Amazônia.** Manaus: Governo de Estado do Amazonas, Secretaria do Estado da Cultura, Centro Cultural dos Povos da Amazônia. Série Pesquisas, 127p.

DANTAS R. R. L. *et al.* **Diagnóstico da poluição do rio Tapacurá devido ao lançamento de esgotos sanitários.** X Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2010 – UFRPE: Recife-PE.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro. Interciência, 1998. 602 p.

FAIRAS, M. S. S. **Monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Cabelo.** 2006. 136f. Tese (Doutorado)- CTRN/UFCG. 2006

GARCEZ, L.N.; ALVAREZ, G.A. **Hidrologia.** 2.ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1988. 291

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Glossário dos termos genéricos dos nomes geográficos utilizados no mapeamento sistemático do Brasil,** vol. 1. 2010a. Disponível em : <ftp://geofp.ibge.gov.br/documentos/cartografia/bcim.pdf>. Acesso em 23/05/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008.** Rio de Janeiro, 2010b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Atlas de Saneamento 2011.** Rio de Janeiro, 2011a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Ferramenta IBGE Cidades.** 2014. Disponível em: < <http://cod.ibge.gov.br/8I0>>. Acesso em: 28 de maio de 2015.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL E AMBIENTAL DO PARÁ– IDESP. **Estatística Municipal de Pacajá.** Núcleo de disseminação da informação, comunicação e suporte de decisão, 2012.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Glossário de Termos Técnicos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos.** 2008. Disponível em:

<[http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost\\_files/glossario\\_20recursos\\_20hidricos.pdf](http://www.em.ufop.br/ceamb/petamb/cariboost_files/glossario_20recursos_20hidricos.pdf)>  
. Acesso em 01/06/2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Gráfico de normais climatológicas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 29 de novembro de 2011b.

LATUF, M.O. **Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de Fora - MG**. Disponível em <<http://www.uel.br/revistas/geografia/v13n1eletronica/2.pdf>>. Acesso em 25/05/2015.

LINS, G.A. **Avaliação de Impactos Ambientais em Estações de Tratamento de Esgotos (ETE)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MAIA MELO/OIKOS, 2002. **Estudo de Impacto Ambiental relativo as obras de pavimentação das rodovias BR 230/PA e BR 422/PA**. Brasília, DF

MENDONÇA, F.A. S.A.U. Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. IN: **Impactos Socioambientais Urbanos**. UFPR, 2004

MEYBECK M. **The Global Change of continental aquatic systems: dominant impacts of human activities**. Water Sci. Technol. 2004

MOTA, Suetônio. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. p.340.

NETO, Firmino Manuel. **Potencial poluidor e risco ambiental dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Gramame, Paraíba, Brasil**. 2014. 96f. Dissertação (mestrado)-PPGECAM/UFPB. 2014

PARÁ. **Lei n. 6.381 de 25 de julho de 2001**. Institui a política nacional de recursos hídricos. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/>. Acesso em: 28 de novembro de 2011.

PARÁ. Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Caracterização das regiões hidrográficas**. Disponível em: <<http://www.para30graus.pa.gov.br>>. Acesso em: 30 de novembro de 2011.

PELLEGRINI, J.B.R. **Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do arroio lindo - Agudo - RS**. 98f., 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em processos químicos. Santa Maria, 2005.

PELLEGRINI, J.B.R. **Fósforo na água e no sedimento na microbacia hidrográfica do arroio lindo - Agudo - RS**. (PPGCS - UFMS, Mestre, Ciência do Solo, 2005). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em processos químicos. Santa Maria, 2005, 98p.

PEREIRA, G. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. In: **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Editora da UFPR, n. 3, jan./jun. p. 33-51. 2001.

PEREIRA, R. S. **Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos**. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH-UFRGS. V. 1, n. 1. P. 20-36. 2004. <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf>

PINTO, A. G. N. et al. **Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM**. Acta Amaz. [online]. 2009, vol.39, n.3, pp. 627-638. ISSN 0044-5967.

PINTO, N.L.; HOLTZ, A.C.T.; MARTINS, J.A. **Hidrologia de superfície**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1973. 179 p.

RODRIGUES, A. M. **Produção e Consumo do e no Espaço – Problemática Ambiental Urbana**. São Paulo. Hucitec, 1998.

SAIANI, C. C. S. **Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil**. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2006.

SANTOS, Milton. **Espaço e Método**. São Paulo: Nobel, 1985.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo, Hucitec, 1996.

SØRENSEN, S. P. L. Enzymstudien. II: Mitteilung. Über die Messung und die Bedeutung der Wasserstoffionenkoncentration bei enzymatischen Prozessen. IN: **Biochemische Zeitschrift**. n 21, p. 131–304. 1909

STEINKE, Ercília Torres. **Considerações sobre a variabilidade e mudança climática no Distrito Federal, suas repercussões nos recursos hídricos e informação ao grande público**. 2004. 196f.Tese (Doutorado), publicação ECO.TD, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2004

STUDART, T.; CAMPOS, N. **Gestão das Águas. Princípios e práticas**. 2 ed. Porto Alegre. ABRH, 2003.

SUMMERFIELD, M.A. Global Geomorphology: an introduction of the study of landforms. IN: **Essex, Longman Scientific & Technical**, 1991. 537p.

TEIXEIRA, E.C; SENHORELO, A.P.. Avaliação de correlação entre Turbidez e concentração de Sólidos Suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**, V - 013: 1-5. 2000

THORTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographic Review**. 38. 55-93. 1948

VON SPERLING, M. Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. *Belo Horizonte*: IN: **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, v.7. 588p. DESA/UFMG. 2007

VON SPERLING, M. et al. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 428p.



## **ANEXOS A – FICHAS DE CAMPO**

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA					
Identificação	Rio Pacajá				
Coordenadas:	540854.66 E	9576057.93 N	Sist. Coord.: UTM	Zona: 22	
Bacia:	Portel - Marajó			Hora: 15:27	
Amostra	73		Chuva nas ultimas 24 Horas: Sim		
Coletor:	Érico Tavares		Data da Coleta: 10/04/2014		
Temperatura Amb.: 33,0°C					
TIPO DE AMOSTRA					
<input type="checkbox"/> Bruta <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/> Rio/Córrego <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Manancial <input type="checkbox"/> Lagoa <input type="checkbox"/> Igarapé					
SONDA MULTIPARÂMETRO					
Temperatura	27,6	°C	Sólidos Totais	37,6	mg/l
pH	7,22		Oxigênio Dissolvido	6,89	mg/l
TURBILÍMETRO					
Turbidez		39,0		N.T.U	
FOTOCOLORÍMETRO					
Nitrogênio Total	2,24	mg/l	Fósforo Total	0,08	mg/l
ASPECTOS FÍSICOS, MORFOLOGICOS E LIMNOLÓGICOS					
<b>Vegetação Aquática:</b> <input type="checkbox"/> em todo espelho d'água <input type="checkbox"/> parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausência <b>Presença de:</b> <input type="checkbox"/> materiais flutuantes <input type="checkbox"/> óleos e graxas <input type="checkbox"/> Substâncias que comuniquem odor ou gosto <input type="checkbox"/> corantes provenientes de fontes antrópicas <input type="checkbox"/> resíduos sólidos objetáveis					
ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA ÁREA DE DRENAGEM					
<b>Vegetação Predominante:</b> <input type="checkbox"/> primária <input checked="" type="checkbox"/> secundária (capoeira) <input checked="" type="checkbox"/> lavoura/pastagem <input checked="" type="checkbox"/> solo exposto <b>Integridade da mata ripária original:</b> <input type="checkbox"/> conservada <input checked="" type="checkbox"/> alterada parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausente <b>Principais usos da terra:</b> <input type="checkbox"/> pecuária <input type="checkbox"/> agricultura <input checked="" type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> outros: <b>Principais fontes de poluição:</b> <input checked="" type="checkbox"/> poluição urbana difusa <input checked="" type="checkbox"/> resíduos sólidos <input checked="" type="checkbox"/> esgotos domésticos <input type="checkbox"/> efluentes industriais <input checked="" type="checkbox"/> águas de drenagem pluvial <input type="checkbox"/> cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes <input checked="" type="checkbox"/> dessedentação animal com desposição de fezes <input type="checkbox"/> obras na rodovia <input type="checkbox"/> outros:					
USOS PREDOMINANTES DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS					
<input type="checkbox"/> Irrigação <input checked="" type="checkbox"/> Recreação com contato primário <input checked="" type="checkbox"/> Abastecimento Humano <input checked="" type="checkbox"/> Dessedentação Animal <input checked="" type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensílios domésticos <input type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input checked="" type="checkbox"/> Diluição de efluentes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:					
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES					
Ponto dentro da cidade de Pacajá, com bastante movimento próximo ao ponto de coleta. Propriedades nas margens do rio - Posto e Lava Jato próximo às margens (aprox. 40 metros). Muito pasto e pouca vegetação na APP. Erosão decorrente das chuvas. Algumas toras de madeira dentro do rio. Solo exposto nas margens devido o acesso ao rio.					

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA					
Identificação	Rio Pacajá				
Coordenadas:	540854.66 E	9576057.93 N	Sist. Coord .: UTM	Zona: 22	
Bacia:	Portel - Marajó			Hora: 18:00	
Amostra	73		Chuva nas ultimas 24 Horas: Sim		
Coletor:	Érico Tavares		Data da Coleta: 23/07/2014		
Temperatura Amb.: 27,5°C					
TIPO DE AMOSTRA					
<input type="checkbox"/> Bruta <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/> Rio/Córrego <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Manancial <input type="checkbox"/> Lagoa <input type="checkbox"/> Igarapé					
SONDA MULTIPARÂMETRO					
Temperatura	26,8	°C	Sólidos Totais	34,6	mg/l
pH	7,61		Oxigênio Dissolvido	7,25	mg/l
TURBILÍMETRO					
Turbidez	39,7			N.T.U	
FOTOCOLORÍMETRO					
Nitrogênio Total	0	mg/l	Fósforo Total	0	mg/l
ASPECTOS FÍSICOS, MORFOLOGICOS E LIMNOLÓGICOS					
<b>Vegetação Aquática:</b> <input type="checkbox"/> em todo espelho d'água <input type="checkbox"/> parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausência <b>Presença de:</b> <input type="checkbox"/> materiais flutuantes <input type="checkbox"/> óleos e graxas <input type="checkbox"/> Substâncias que comuniquem odor ou gosto <input type="checkbox"/> corantes provenientes de fontes antrópicas <input type="checkbox"/> resíduos sólidos objetáveis					
ASPECTOS FIOGRÁFICOS DA ÁREA DE DRENAGEM					
<b>Vegetação Predominante:</b> <input type="checkbox"/> primária <input checked="" type="checkbox"/> secundária (capoeira) <input checked="" type="checkbox"/> lavoura/pastagem <input checked="" type="checkbox"/> solo exposto <b>Integridade da mata ripária original :</b> <input type="checkbox"/> conservada <input checked="" type="checkbox"/> alterada parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausente <b>Principais usos da terra:</b> <input type="checkbox"/> pecuária <input type="checkbox"/> agricultura <input checked="" type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> outros: <b>Principais fontes de poluição:</b> <input checked="" type="checkbox"/> poluição urbana difusa <input checked="" type="checkbox"/> resíduos sólidos <input checked="" type="checkbox"/> esgotos domésticos <input type="checkbox"/> efluentes industriais <input checked="" type="checkbox"/> águas de drenagem pluvial <input type="checkbox"/> cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes <input checked="" type="checkbox"/> dessedentação animal com deposição de fezes <input type="checkbox"/> obras na rodovia <input type="checkbox"/> outros:					
USOS PREDOMINANTES DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS					
<input type="checkbox"/> Irrigação <input checked="" type="checkbox"/> Recreação com contato primário <input checked="" type="checkbox"/> Abastecimento Humano <input checked="" type="checkbox"/> Dessedentação Animal <input checked="" type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensílios domésticos <input checked="" type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input checked="" type="checkbox"/> Diluição de efluentes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:					
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES					
Ponto dentro da cidade de Pacajá, com bastante movimento próximo ao ponto de coleta. Propriedades nas margens do rio - Posto e Lava Jato próximo às margens (aprox. 40 metros). Muito pasto e pouca vegetação na APP . Erosão decorrente das chuvas. Algumas toras de madeira dentro do rio. Solo exposto nas margens devido o acesso ao rio.					

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA					
Identificação	Rio Pacajá				
Coordenadas:	540854.66 E	9576057.93 N	Sist. Coord.: UTM	Zona: 22	
Bacia:	Portel - Marajó			Hora: 16:10	
Amostra	73		Chuva nas ultimas 24 Horas: Não		
Coletor:	Érico Tavares		Data da Coleta: 20/10/2014		
Temperatura Amb.: 30,3°C					
TIPO DE AMOSTRA					
<input type="checkbox"/> Bruta <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/> Rio/Córrego <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/> Manancial <input type="checkbox"/> Lagoa <input type="checkbox"/> Igarapé					
SONDA MULTIPARÂMETRO					
Temperatura	30,7	°C	Sólidos Totais	87,5	mg/l
pH	7,74		Oxigênio Dissolvido	7,31	mg/l
TURBILÍMETRO					
Turbidez			20,0		N.T.U
FOTOCOLORÍMETRO					
Nitrogênio Total	0	mg/l	Fósforo Total	0	mg/l
ASPECTOS FÍSICOS, MORFOLOGICOS E LIMNOLÓGICOS					
<b>Vegetação Aquática:</b> <input type="checkbox"/> em todo espelho d'água <input type="checkbox"/> parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausência  <b>Presença de:</b> <input type="checkbox"/> materiais flutuantes <input type="checkbox"/> óleos e graxas <input type="checkbox"/> Substâncias que comuniquem odor ou gosto <input type="checkbox"/> corantes provenientes de fontes antrópicas <input type="checkbox"/> resíduos sólidos objetáveis					
ASPECTOS FISIOGRAFICOS DA ÁREA DE DRENAGEM					
<b>Vegetação Predominante:</b> <input type="checkbox"/> primária <input checked="" type="checkbox"/> secundária (capoeira) <input checked="" type="checkbox"/> lavoura/pastagem <input checked="" type="checkbox"/> solo exposto <b>Integridade da mata ripária original:</b> <input type="checkbox"/> conservada <input checked="" type="checkbox"/> alterada parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausente <b>Principais usos da terra:</b> <input type="checkbox"/> pecuária <input type="checkbox"/> agricultura <input checked="" type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> outros:  <b>Principais fontes de poluição:</b> <input checked="" type="checkbox"/> poluição urbana difusa <input checked="" type="checkbox"/> resíduos sólidos <input checked="" type="checkbox"/> esgotos domésticos <input type="checkbox"/> efluentes industriais <input checked="" type="checkbox"/> águas de drenagem pluvial <input type="checkbox"/> cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes <input checked="" type="checkbox"/> dessedentação animal com desposição de fezes <input type="checkbox"/> obras na rodovia <input type="checkbox"/> outros:					
USOS PREDOMINANTES DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS					
<input type="checkbox"/> Irrigação <input checked="" type="checkbox"/> Recreação com contato primário <input checked="" type="checkbox"/> Abastecimento Humano <input checked="" type="checkbox"/> Dessedentação Animal <input checked="" type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensílios domésticos <input checked="" type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input checked="" type="checkbox"/> Diluição de efluentes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:					
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES					
Ponto dentro da cidade de Pacajá, com bastante movimento próximo ao ponto de coleta. Propriedade nas margens do rio. Posto e Lava Jato próximo às margens (aprox. 40 metros). Muito pasto e pouca vegetação na APP. Nível mais baixo em relação a campanha passada. - Solo exposto nas margens devido o acesso ao rio. - presença de afloramentos rochosos no leito do rio.					

FICHA DE CAMPO - DADOS REFERENTES À AMOSTRA					
Identificação	Rio Pacajá				
Coordenadas:	540854.66 E	9576057.93 N	Sist. Coord .: UTM	Zona: 22	
Bacia:	Portel - Marajó			Hora: 17:05	
Amostra	73		Chuva nas ultimas 24 Horas: Sim		
Coletor:	Érico Tavares		Data da Coleta: 21/01/2015		
Temperatura Amb.: 28,5°C					
TIPO DE AMOSTRA					
<input type="checkbox"/> Bruta <input type="checkbox"/> Poço <input type="checkbox"/> Canal <input type="checkbox"/> Tratada <input checked="" type="checkbox"/> Rio/Córrego <input type="checkbox"/> Represa <input type="checkbox"/> Outros: <input type="checkbox"/> Manancial <input type="checkbox"/> Lagoa <input type="checkbox"/> Igarapé					
SONDA MULTIPARÂMETRO					
Temperatura	25,0	°C	Solidos Totais	23,7	mg/l
pH	6,66		Oxigênio Dissolvido	5,54	mg/l
TURBILÍMETRO					
Turbidez	74,5			N.T.U	
FOTOCOLORÍMETRO					
Nitrogênio Total	2,89	mg/l	Fósforo Total	0,08	mg/l
ASPECTOS FÍSICOS, MORFOLOGICOS E LIMNOLÓGICOS					
<b>Vegetação Aquática:</b> <input type="checkbox"/> em todo espelho d'água <input type="checkbox"/> parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausência  <b>Presença de:</b> <input checked="" type="checkbox"/> materiais flutuantes <input type="checkbox"/> óleos e graxas <input type="checkbox"/> Substâncias que comuniquem odor ou gosto <input type="checkbox"/> corantes provenientes de fontes antrópicas <input type="checkbox"/> resíduos sólidos objetáveis					
ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA ÁREA DE DRENAGEM					
<b>Vegetação Predominante:</b> <input type="checkbox"/> primária <input checked="" type="checkbox"/> secundária (capoeira) <input checked="" type="checkbox"/> lavoura/pastagem <input checked="" type="checkbox"/> solo exposto <b>Integridade da mata ripária original :</b> <input type="checkbox"/> conservada <input checked="" type="checkbox"/> alterada parcialmente <input checked="" type="checkbox"/> ausente <b>Principais usos da terra:</b> <input type="checkbox"/> pecuária <input type="checkbox"/> agricultura <input checked="" type="checkbox"/> Urbano <input type="checkbox"/> outros:  <b>Principais fontes de poluição:</b> <input checked="" type="checkbox"/> poluição urbana difusa <input checked="" type="checkbox"/> residuos sólidos <input checked="" type="checkbox"/> esgotos domésticos <input type="checkbox"/> efluentes industriais <input checked="" type="checkbox"/> águas de drenagem pluvial <input type="checkbox"/> cultura com uso potencial de agrotóxicos e fertilizantes <input checked="" type="checkbox"/> dessedentação animal com desposição de fezes <input type="checkbox"/> obras na rodovia <input type="checkbox"/> outros:					
USOS PREDOMINANTES DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS					
<input type="checkbox"/> Irrigação <input checked="" type="checkbox"/> Recreação com contato primário <input checked="" type="checkbox"/> Abastecimento Humano <input checked="" type="checkbox"/> Dessedentação Animal <input checked="" type="checkbox"/> Lavagem de roupas e utensilios domésticos <input checked="" type="checkbox"/> Pesca, extrativismo, aquicultura <input checked="" type="checkbox"/> Diluição de efluêntes <input type="checkbox"/> Captação para uso nas obras rodoviárias <input type="checkbox"/> Outros:					
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES					
Ponto dentro da cidade de Pacajá, com bastante movimento próximo ao ponto de coleta. Propriedades nas margens do rio - Posto e Lava Jato próximo às margens (aprox. 40 metros). Muito pasto e pouca vegetação na APP . Erosão decorrente das chuvas. Algumas toras de madeira dentro do rio. Solo exposto nas margens devido o acesso ao rio. Evidente carreamento de águas pluviais provenientes da cidade para o rio.					

## **ANEXOS B – FICHAS DE ANÁLISE DOS PARÂMETROS**

DADOS REFERENTES À AMOSTRA				
Identificação (n° da Amostra)	Rio Pacajá			Hora: 15:27
Coordenadas	S 3.835408°	W 50.632039°	Zona	22
Amostra rotulada como	73		Chuva nas ultimas 24 Horas	Sim
Coletor	Érico Tavares		Data da Coleta	10/04/2014
Data de analises	10/04/2014		Elaboração do R.E.A	26/04/2014

RESULTADOS FÍSICOS-QUÍMICOS						
Parâmetros	Resultados	V.M.P	V.M.P	V.M.P	V.M.P	Unidade
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
Temperatura Ambiente	33,0	NR	NR	NR	NR	°C
Temperatura da Amostra	27,6	NR	NR	NR	NR	°C
pH	7,22	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	----
DBO	0,5	3,0	5,0	10,0	NR	mg/L
Turbidez	39,0	< 40	< 100	< 100	NR	N.T.U.
Solidos Totais	37,6	500	500	500	NR	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,89	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 2,0	mg/L
Fósforo Total	0,08	≤ 0,1 - lótico ≤ 0,02 - lântico	≤ 0,1 - lótico ≤ 0,03 - lântico	≤ 0,15 - lótico ≤ 0,05 - lântico	NR	mg/L
Nitrogênio Total	2,24	3,7, para pH ≤ 7,5 2,0, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5, para pH > 8,5		13,3, para pH ≤ 7,5 5,6, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0, para pH > 8,5		mg/L
Demando Bioquímica de Oxigênio	0,60	3,0	5,0	10,0	10,0	mg/L
Óleos e Graxas	0,02	V.A	V.A	V.A	Toleram-se irisdecências	mg/L
Coliformes Termotolerantes	1100,00	200,0	1000,0	2500,0	2500,0	N.P.M

CLASSIFICAÇÃO	
<b>Classe 1:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	
<b>Classe 2:</b> águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.	
<b>Classe 3:</b> águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.	
<b>Classe 4:</b> águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.	
Legendas	NR - Não há recomendação pela Legislação Vigente
	V.A. - Virtualmente Ausente
	V.M.P. - Valor Máximo Permitido segundo o CONAMA 357/05
	U.F.C. - Unidades Formadoras de Colônia
	N.M.P. - Número Mais Provável
	R.E.A. - Relatório da Elaboração da Amostra
Nota 1 - Os resultados referem-se apenas aos itens ensaiado	
Nota 2 - As análises e exames foram procedidos de acordo com as técnicas recomendadas pela "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" da AWWA (AMERICA WATER WORKS ASSOCIATION) e os resultados devem ser interpretados como representado parâmetros de qualidade de parte da amostra no momento da análise.	
Conclusão: A Critério Técnico	

DADOS REFERENTES À AMOSTRA				
Identificação (n° da Amostra)	Rio Pacajá			Hora da coleta: 18:00
Coordenadas (Graus decimais)	S 3.835408°	W 50.632039°	Município	Pacajá
Amostra rotulada como	73	Chuva nas ultimas 24 Horas		Sim
Coletor	Érico Tavares	Data da Coleta		23/07/2014
Data de análises	23/07/2014	Elaboração do R.E.A		01/09/2014

RESULTADOS FÍSICOS-QUÍMICOS						
Parâmetros	Resultados	V.M.P	V.M.P	V.M.P	V.M.P	Unidade
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
Temperatura Ambiente	27,5	NR	NR	NR	NR	°C
Temperatura Amostra	26,8	NR	NR	NR	NR	°C
pH	7,61	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	----
Turbidez	39,7	< 40	< 100	< 100	NR	N.T.U.
Sólidos Totais	34,6	500	500	500	NR	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,25	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 2,0	mg/L
Fósforo Total	0	≤ 0,1 - lóxico ≤ 0,02 - lântico	≤ 0,1 - lóxico ≤ 0,03 - lântico	≤ 0,15 - lóxico ≤ 0,05 - lântico	NR	mg/L
Nitrogênio Total	0	3,7, para pH ≤ 7,5 2,0, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5, para pH > 8,5		13,3, para pH ≤ 7,5 5,6, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0, para pH > 8,5		mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,50	3,0	5,0	10,0	10,0	mg/L
Óleos e Graxas	0,08	V.A	V.A	V.A	Toleram-se irrisdecências	mg/L
Coliformes Termotolerantes	1100,00	200,0	1000,0	2500,0	2500,0	N.P.M

CLASSIFICAÇÃO	
<b>Classe 1:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	
<b>Classe 2:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público	
<b>Classe 3:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.	
<b>Classe 4:</b> Águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.	
Legendas	NR - Não há recomendação pela Legislação Vigente
	V.A. - Virtualmente Ausente
	V.M.P. - Valor Máximo Permitido segundo o CONAMA 357/05
	U.F.C. - Unidades Formadoras de Colônia
	N.M.P. - Número Mais Provável
R.E.A. - Relatório da Elaboração da Amostra	
Nota 1 - Os resultados referem-se apenas aos itens ensaiado	
Nota 2 - As análises e exames foram procedidos de acordo com as técnicas recomendadas pela "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" da AWWA (AMERICA WATER WORKS ASSOCIATION) e os resultados devem ser interpretados como representado parâmetros de qualidade de parte da amostra no momento da análise.	
Conclusão: A Critério Técnico	



DADOS REFERENTES À AMOSTRA				
Identificação (n° da Amostra)	Rio Pacajá			Hora da coleta: 16:10
Coordenadas (Graus decimais)	S 3.835408°	W 50.632039°	Município	Pacajá
Amostra rotulada como	73		Chuva nas ultimas 24 Horas	Não
Coletor	Érico Tavares		Data da Coleta	20/10/2014
Data de análises	20/10/2014		Elaboração do R.E.A	01/12/2014

RESULTADOS FÍSICOS-QUÍMICOS						
Parâmetros	Resultados	V.M.P	V.M.P	V.M.P	V.M.P	Unidade
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
Temperatura Ambiente	30,3	NR	NR	NR	NR	°C
Temperatura Amostra	30,7	NR	NR	NR	NR	°C
pH	7,74	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	----
Turbidez	20,0	< 40	< 100	< 100	NR	N.T.U.
Sólidos Totais	87,5	500	500	500	NR	mg/L
Oxigênio Dissolvido	7,31	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 2,0	mg/L
Fósforo Total	0	≤ 0,1 - lóxico ≤ 0,02 - lântico	≤ 0,1 - lóxico ≤ 0,03 - lântico	≤ 0,15 - lóxico ≤ 0,05 - lântico	NR	mg/L
Nitrogênio Total	0	3,7, para pH ≤ 7,5 2,0, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5, para pH > 8,5		13,3, para pH ≤ 7,5 5,6, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0, para pH > 8,5		mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	1,20	3,0	5,0	10,0	10,0	mg/L
Óleos e Graxas	0,01	V.A	V.A	V.A	Toleram-se irisdecências	mg/L
Coliformes Termotolerantes	1100,00	200,0	1000,0	2500,0	2500,0	N.P.M

CLASSIFICAÇÃO	
<b>Classe 1:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	
<b>Classe 2:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais	
<b>Classe 3:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.	
<b>Classe 4:</b> Águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.	
Legendas	NR - Não há recomendação pela Legislação Vigente
	V.A. - Virtualmente Ausente
	V.M.P. - Valor Máximo Permitido segundo o CONAMA 357/05
	U.F.C. - Unidades Formadoras de Colônia
	N.M.P. - Número Mais Provável
	R.E.A. - Relatório da Elaboração da Amostra
Nota 1 - Os resultados referem-se apenas aos itens ensaiado	
Nota 2 - As análises e exames foram procedidos de acordo com as técnicas recomendadas pela "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" da AWWA (AMERICA WATER WORKS ASSOCIATION) e os resultados devem ser interpretados como representado parâmetros de qualidade de parte da amostra no momento da análise.	
Conclusão: A Critério Técnico	

DADOS REFERENTES À AMOSTRA				
Identificação (n° da Amostra)	Rio Pacajá			Hora da coleta: 17:05
Coordenadas (Graus decimais)	S 3.835408°	W 50.632039°	Município	Pacajá
Amostra rotulada como	73		Chuva nas ultimas 24 Horas	sim
Coletor	Érico Tavares		Data da Coleta	21/01/2015
Data de análises	21/01/2015		Elaboração do R.E.A	03/03/2015

RESULTADOS FÍSICOS-QUÍMICOS						
Parâmetros	Resultados	V.M.P	V.M.P	V.M.P	V.M.P	Unidade
		Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	
Temperatura Ambiente	28,5	NR	NR	NR	NR	°C
Temperatura Amostra	25,0	NR	NR	NR	NR	°C
pH	6,66	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	----
Turbidez	74,5	< 40	< 100	< 100	NR	N.T.U.
Sólidos Totais	23,7	500	500	500	NR	mg/L
Oxigênio Dissolvido	5,54	> 6,0	> 5,0	> 4,0	> 2,0	mg/L
Fósforo Total	0,08	≤ 0,1 - lóxico ≤ 0,02 - lântico	≤ 0,1 - lóxico ≤ 0,03 - lântico	≤ 0,15 - lóxico ≤ 0,05 - lântico	NR	mg/L
Nitrogênio Total	2,89	3,7, para pH ≤ 7,5 2,0, para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0, para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5, para pH > 8,5		13,3, para pH ≤ 7,5 5,6, para 7,5 < pH ≤ 8,0 2,2, para 8,0 < pH ≤ 8,5 1,0, para pH > 8,5		mg/L
Demanda Bioquímica de Oxigênio	3,90	3,0	5,0	10,0	10,0	mg/L
Óleos e Graxas	0,11	V.A	V.A	V.A	Toleram-se irisdécências	mg/L
Coliformes Termotolerantes	1100,00	200,0	1000,0	2500,0	2500,0	N.P.M

CLASSIFICAÇÃO	
<b>Classe 1:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	
<b>Classe 2:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os	
<b>Classe 3:</b> Águas que podem ser destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e e) à dessedentação de animais.	
<b>Classe 4:</b> Águas que podem ser destinadas: a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.	
Legendas	NR - Não há recomendação pela Legislação Vigente
	V.A. - Virtualmente Ausente
	V.M.P. - Valor Máximo Permitido segundo o CONAMA 357/05
	U.F.C. - Unidades Formadoras de Colônia
	N.M.P. - Número Mais Provável
	R.E.A. - Relatório da Elaboração da Amostra
Nota 1 - Os resultados referem-se apenas aos itens ensaiado	
Nota 2 - As análises e exames foram procedidos de acordo com as técnicas recomendadas pela "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" da AWWA (AMERICA WATER WORKS ASSOCIATION) e os resultados devem ser interpretados como representado parâmetros de qualidade de parte da amostra no momento da análise.	
Conclusão: A Critério Técnico	